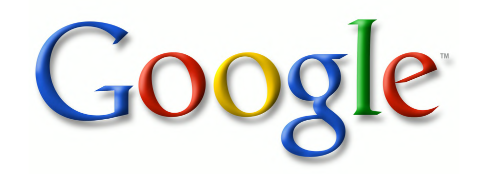



NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274691 6







ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XVII.



ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XVII.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

SIEBZEHNTER BAND.

DER GANZEN FOLGE DREIUNDNEUNZIGSTER.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1829.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

I n h a l t

des Bandes XVII. der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, NEUNTES STÜCK.

I. *Untersuchung über die Brechung des farbigen Lichts im Arragonit und im farblosen Topase; von F. Rudberg.*

Meine im vorigen Sommer über die Brechung des Lichts im Kalkspath und Bergkrystall angestellten Versuche hatten das Resultat gegeben, dafs in diesen Substanzen eine jede Farbe ihre eigene doppelte Brechung besitze *). Um zu sehen, ob dieses Resultat sich auch bei andern Krystallen bestätigen würde, war es meine Absicht, in diesem Sommer dergleichen Versuche mit möglichst vielen andern Krystallen anzustellen. Allein die grofse Schwierigkeit, Krystalle von vollkommner Durchsichtigkeit, Reinheit und hinlänglicher Gröfse zu bekommen, beschränkte mich auf den Arragonit, den farblosen Topas, den Topas vom Schneckenstein, den Beryll und den Apophyllit. Selbst von diesen habe ich nur den Arragonit und den farblosen Topas untersuchen können; denn in dem Topas vom Schneckenstein reflectirten die Durchgangsflächen, welche der Endfläche *P*, und der Abstumpfungsfläche *n* **) parallel liegen, das einfallende

*) Annalen der Physik und Chemie, 1828, No. 9. S. 45.

**) Lehrbuch der Mineralogie, von Naumann. Berlin 1828. Fig. 354.

Licht dermafsen unregelmäfsig, dafs die Spectra ganz undeutlich wurden, und eben so verhielt es sich beim Beryll mit der auf der Krystallaxe senkrecht stehenden Durchgangsfläche. Der Apophyllit dagegen, wiewohl ich mir sehr schöne wasserhelle Krystalle von Utön verschafft hatte, war unbrauchbar, weil er sich in der erforderlichen Richtung nicht schleifen liefs, ohne nicht senkrecht gegen die Axe in Lamellen zu zerspringen.

Da der Arragonit und der Topas zu den Krystallen mit *zwei optischen Axen* gehören, so werde ich, ehe ich die Resultate der Versuche anführe, eine kurze Uebersicht von der Fresnel'schen Theorie der Doppel-Brechung in diesen Krystallen vorausschicken; ich habe diese Theorie bei Bestimmung der Richtungen, nach welchen die Prismen geschliffen worden sind, zum Grunde gelegt, und sie auch durch die Versuche vollkommen bestätigt gefunden.

Fresnel's Theorie beruht auf zwei Voraussetzungen, auf denen nämlich: 1) dafs in den doppeltbrechenden Krystallen die Elasticität des vibrirenden Mittels nach verschiedenen Richtungen ungleich sey, und 2) dafs in dem polarisirten Licht die Vibrationen zugleich senkrecht gegen die Fortpflanzungsrichtung und gegen die Polarisationsebene geschehen.

Er nimmt an, es gebe in jeder krystallisirten Substanz drei unter einander senkrechte Hauptrichtungen, in denen im Allgemeinen die Elasticität des vibrirenden Mittels ungleich seyn könne. Ist die Elasticität in allen drei Richtungen gleich, so gehört der Krystall zum regulären Systeme, und er hat keine doppelte Brechung; ist sie nur in zwei Richtungen gleich, so wird der Krystall *einaxig;* dagegen wird derselbe *zweiaxig,* wenn die Elasticität in allen drei Hauptrichtungen, welche Fresnel *Elasticitätsaxen* *) genannt hat, ungleich ist. Diese Un-

*) Ich werde jedoch die neuerlich von Ampère vorgeschlagene Benennung: *Krystallisationsaxen,* beibehalten, weil diese Rich-

gleichheit der Elasticität bewirkt eine Verschiedenheit in der Geschwindigkeit des Lichts, welche, da die Vibrationen immer senkrecht gegen die Richtung des Strahls und gegen dessen Polarisationsebene geschehen, von der Elasticität in dieser Richtung abhängt, und also im Allgemeinen für die beiden Strahlen, dessen Polarisationsebenen unter einander senkrecht sind, verschieden seyn mufs. Es giebt nämlich in den zweiaxigen Krystallen nur zwei Richtungen, die der optischen Axen, in welchen die beiden Strahlen eine gleiche Geschwindigkeit haben. Um also im Allgemeinen für eine beliebige Richtung die Geschwindigkeit der Strahlen beurtheilen zu können, mufs man erst die Lage ihrer Polarisationsebene bestimmen. Diese Bestimmung beruht auf der Lage des Lichtstrahls gegen die optischen Axen, welche letztere in einer Ebene liegen, die zugleich zwei der Krystallisationsaxen enthält, von denen die eine den spitzen, und die andere den stumpfen Neigungswinkel zwischen den optischen Axen halbirt. Denkt man sich jetzt zwei Ebenen durch den Lichtstrahl und durch eine jede der letzt erwähnten Krystallisationsaxen gelegt, so sind dieselben die Polarisationsebenen der beiden Strahlen, welche, diese Richtung verfolgend, entgegengesetzt polarisirt sind. Hieraus folgt also, dafs, wenn das Licht in eine Richtung kommt, die gegen eine der drei Krystallisationsaxen senkrecht liegt, dann einer der beiden sich bildenden Strahlen eine gegen diese Axe senkrecht stehende Polarisationsebene besitzen, und aus Vibrationen, die dieser Axe parallell bleiben, gebildet seyn wird. Da die Geschwindigkeit, mit der sich diese Vibrationen fortpflanzen, nur von der Elasticität in Richtung dieser Axe abhängt, so ist klar, dafs der Strahl, welche Lage er auch in der gegen die Axe senkrechten Ebene haben mag, dennoch seine Geschwindigkeit unverändert beibehalten mufs. Der andere Strahl

tungen, als gewöhnlich senkrecht gegen die Durchgangsflächen, in dem Krystall gegeben sind.

dagegen, dessen Polarisationsebene durch die Axe geht und sich folglich mit der Richtung des Strahles ändert, bekommt eine verschiedene Geschwindigkeit, je nachdem er diese oder jene Richtung einnimmt, weil die Vibrationen, welche immer der Ebene, die die beiden andern Krystallisationsaxen einschliefst, parallel bleiben, bei Veränderung der Richtung in ein Mittel von anderer Elasticität gerathen. Die Vibrationen können nämlich hiebei entweder mit der einen oder mit der andern dieser Axen parallel werden, und somit eine Variation in der Geschwindigkeit erleiden, die von dem Unterschied der Elasticität in diesen beiden Richtungen abhängt.

Wenn man also ein Prisma so schleift, dafs die Kante mit einer der Krystallisationsaxen parallel wird, so mufs von den beiden Strahlen, welche in einer und derselben, mit der Basis des Prisma's parallelen, Ebene gebrochen werden, der eine, dessen Polarisationsebene mit der Basis zusammenfällt, immer eine constante, von seiner Richtung unabhängige, Geschwindigkeit behalten, und folglich bei der Brechung dem Cartesischen Gesetze folgen. Die Geschwindigkeit des andern Strahls ist bedingt durch seine Lage gegen die beiden andern, mit der Ebene der Basis parallelen, Krystallisationsaxen, und kann um so viel variiren, als der Unterschied der Elasticität in den Richtungen dieser Axen zuläfst. Da ferner die constante Geschwindigkeit des ersten Strahls nur von der Elasticität in Richtung der mit der Kante des Prisma's parallelen Krystallisationsaxe abhängt; so folgt, dafs, wenn man drei Prismen, deren jedes seine Kante parallel mit einer der Krystallisationsaxe hat, schleift, und den Brechungs-Exponenten der Strahlen, deren Geschwindigkeiten constant bleiben, durch Versuche ermittelt, man auch die Gröfse der Elasticität in den drei Hauptrichtungen des Krystalls, und damit auch die drei Elemente, von denen das Brechungsvermögen desselben abhängt, wird bestimmen können.

Die Auseinandersetzung der Resultate der mathematischen Theorie wird dieſs noch mehr erläutern. Aus den erwähnten Ansichten von der Constitution der doppeltbrechenden Krystalle und der Polarisation des Lichts, hat Fresnel allgemeine Formeln für die Geschwindigkeit der beiden Strahlen, welche Richtung sie auch im Krystalle haben, hergeleitet. Wenn nämlich v', v'' die Geschwindigkeiten, im Sinne des Emanationssystems genommen *), und ε', ε'' die Winkel zwischen den Strahlen und den optischen Axen bezeichnen, so wird die Geschwindigkeit des einen Strahls gegeben durch die Gleichung:

$$v'^2 = A + B . \sin^2 \tfrac{1}{2}(\varepsilon' - \varepsilon''),$$

und die des andern durch:

$$v''^2 = A + B . \sin^2 \tfrac{1}{2}(\varepsilon' + \varepsilon''),$$

wo A und B Constanten sind.

Wie zuvor gesagt, liegen zwei der Krystallisationsaxen in der Ebene der optischen Axen, und die dritte Krystallisationsaxe ist gegen diese Ebene senkrecht. Ich werde jetzt die Axe, welche den spitzen Winkel zwischen den beiden optischen Axen halbirt: *die Axe A*, die, welche den supplementären oder stumpfen Winkel halbirt; *die Axe B*, und die, welche senkrecht gegen die Ebene der optischen Axen ist: *die Axe C* nennen. Aus diesem ergiebt sich dann Folgendes:

1) *Wenn die Kante des Prisma's der Axe A parallel ist*, und die gebrochenen Strahlen also in der gegen diese Axe senkrechten Ebene bleiben, so hat man, wenn die Winkel ε', ε'' von den optischen Axen jeder-

*) Im Sinne des Undulationssystems wären die Geschwindigkeiten: $\frac{1}{v'}$ und $\frac{1}{v''}$; der Einfachheit der Formel wegen, und besonders weil, wenn die Geschwindigkeit in der Luft zur Einheit genommen wird, der Brechungs-Exponent gerade die Geschwindigkeit im Sinne des Emanationssystems bezeichnet, habe ich jedoch die Formeln gemäſs diesem letzten System angeführt.

seits dieser Axe A gerechnet werden, immer $\varepsilon' + \varepsilon'' = 180^\circ$, und folglich:

$$v'^2 = A + B.\cos^2 \varepsilon''$$

und

$$v''^2 = A + B.$$

Diese letzte Geschwindigkeit v'' ist also constant, und, nach dem was vorhin von der Bestimmung der Polarisationsebene gesagt ist, ersieht man leicht, dafs diese constante Geschwindigkeit dem Strahle gehört, dessen Polarisationsebene senkrecht gegen die Axe A liegt, und dessen Vibrationen also nur von der Elasticität in der Richtung dieser Axe abhängen.

Die Geschwindigkeit v' des andern Strahls dagegen, wenn α den spitzen Winkel zwischen den optischen Axen bedeutet, kann von $\varepsilon = 90^\circ$ bis $\varepsilon = 90^\circ - \frac{1}{2}\alpha$ variiren, oder

zwischen A und $A + B\sin^2 \frac{1}{2}\alpha$.

2) *Wenn die Kante des Prisma's parallel ist der Axe B,* so wird immer $\varepsilon' = \varepsilon''$, und also:

$$v'^2 = A$$

$$v''^2 = A + B\sin^2 \varepsilon.$$

Die Geschwindigkeit v' ist jetzt in diesem Prisma constant, und gehört dem Strahl, dessen Polarisationsebene senkrecht gegen die Axe B ist.

Die Geschwindigkeit v'' des andern Strahls kann variiren von $\varepsilon = \frac{1}{2}\alpha$ bis $\varepsilon = 90^\circ$, also:

zwischen $A + B$ und $A + B.\sin^2 \frac{1}{2}\alpha$.

3) *Wenn die Kante des Prisma's parallel ist der Kante C,* so wird immer $\varepsilon' = \varepsilon'' + \alpha$, und folglich:

$$v'^2 = A + B\sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha$$

$$v''^2 = A + B.\sin^2 (\varepsilon'' + \tfrac{1}{2}\alpha).$$

Die Geschwindigkeit v' ist also in diesem Prisma constant, und gehört dem Strahl, dessen Polarisationsebene gegen die Axe C senkrecht steht.

Die Geschwindigkeit v'' des zweiten Strahles kann von $\varepsilon'' = -\frac{1}{2}\alpha$ bis $\varepsilon'' = 90^\circ - \frac{1}{2}\alpha$ variiren, also:

zwischen A und $A + B$.

Nachdem man jetzt in den drei so geschnittenen Prismen die Ablenkung des Strahls, dessen Geschwindigkeit unverändert bleibt, beobachtet, und darnach die Brechungs-Exponenten berechnet hat, werden die drei Constanten, A, B und α, d. h. die Brechungselemente des Krystalls bestimmt. Nennt man nämlich n' den Brechungs-Exponenten für das erste Prisma, dessen Kante parallel ist der Axe A; n''' den Exponenten für das zweite Prisma, dessen Kante parallel ist der Axe B, und n'' den Exponenten für das dritte Prisma, dessen Kante parallel ist der Kante C, so hat man, wenn die Geschwindigkeit des Lichts in der Luft als Einheit angenommen wird, folgende drei Gleichungen:

$$n'^2 = A + B$$
$$n'''^2 = A$$
$$n''^2 = A + B . \sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha,$$

aus denen man also bekommt:

$$A = n'''^2$$
$$B = n'^2 - n'''^2$$
$$\sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha = \frac{n''^2 - n'''^2}{n'^2 - n'''^2}.$$

Ich werde jetzt zur Beschreibung der Versuche übergehen, die mit denselben Apparaten, deren ich mich früher bei den Untersuchungen über die Brechung im Kalkspath und Bergkrystall bediente, angestellt worden sind.

Der Arragonit.

Der zu den Versuchen angewandte Arragonit war ein böhmischer, aus vier Individuen, A, B, C, D (Fig. 1. Taf. I.), bestehend, in die man ihn vor dem Gebrauche erst zertrennte. Diefs geschah auf folgende Art. Nachdem die Arragonitsäule senkrecht gegen ihre Länge in mehrere Stücke gesägt worden, wurden diese Durchsägungsflächen geschliffen und polirt. Beim Durchsehen durch diese Flächen war es jetzt leicht, mittelst der Reflexion des einfallenden Lichtes, die Scheidungsflächen

zwischen den Individuen zu bemerken. Dann wurde, da eine andere Trennung der Individuen nicht möglich war, eins derselben auf Kosten der angränzenden herausgesägt, und die noch von diesem ansitzenden Bruchstücke weggeschliffen, bis man von den Scheidungsflächen nicht das Geringste mehr bemerken konnte. Nachdem man hiedurch versichert war, dafs die Stücke nur einfachen Krystallen angehörten, wurden folgende Prismen daraus geschliffen.

1) *Das Prisma A.* Diefs wurde so geschnitten, dafs die Kante mit der Längenaxe der Pyramide, also mit der zuvor durch *A* bezeichneten Krystallisationsaxe, zusammenfiel. Um diefs zu erreichen, wurde erstlich eine gegen die natürlichen Seitenflächen der Pyramide gleich geneigte Fläche geschnitten, und zur Basis des Prisma's genommen. Senkrecht gegen diese Basis wurden dann drei Flächen geschliffen und polirt, so dafs man hiedurch ein dreiseitiges Prisma bekam, von dessen Kanten zwei als brechende Winkel benutzt wurden, und in dem Folgenden unter der Bezeichnung: Prisma *A*, No. 1., und Prisma *A*, No. 2. vorkommen.

2) *Die Prismen B.* Diese, deren Kanten parallel waren der in der Ebene der optischen Axen liegenden Krystallisationsaxe *B*, wurden auf folgende Art verfertigt. Um die Ebene der optischen Axen zu bestimmen, wurden an einem Stücke zwei, gegen die Längenaxe der Pyramide oder gegen die Krystallisationsaxe *A* senkrechte, Endflächen geschliffen, und hierauf dasselbe an die Rotationsaxe eines Goniometers befestigt, und so eingestellt, bis, beim Umdrehen des Goniometers und bei unverrückter Stellung des Auges, die um jede optische Axe, mittelst durchgelassenen polarisirten und mit Turmalin analysirten Lichtes, sichtbaren elliptischen Ringe mit ihren langen schwarzen Streifen in einer und derselben Ebene blieben. Diese, mit dem Limbus des Goniometers pa-

rallele, Ebene war also die Ebene der optischen Axen *). Dann wurde eine Fläche zugleich senkrecht gegen diese Ebene und gegen beide vorher genannte Endflächen geschliffen, und als Basis der Prismen benutzt. Gegen diese Basis, die folglich die Krystallisationsaxe *A* enthielt, wurden die Flächen, die den brechenden Winkel des Prisma's bildeten, senkrecht geschnitten, so daſs die Kante parallel der Krystallisationsaxe *B* zu liegen kam. Solcher Prismen wurden zwei verfertigt, die in dem Folgenden: Prisma *B*, No 1., und Prisma *B*, No. 2., benannt worden sind.

3) *Die Prismen C.* Die Kante dieser Prismen war der Krystallisationsaxe *C* parallel. Die Bestimmung der Flächen geschah auf gleiche Art wie bei den Prismen *B*, jedoch mit dem Unterschied, daſs die Basis parallel mit der Ebene der optischen Axen genommen würde. Die drei auf diese Weise geschliffenen Prismen sind in dem Folgenden mit *C* No. 1., *C* No. 2. und *C* No. 3. bezeichnet.

Welches der beiden Spectra eine constante Geschwindigkeit besaſs, war sehr leicht zu beurtheilen; denn, da die Vibrationen dieses Spectrums mit der Kante des Prisma's parallel gingen, so brauchte man nur eine Turmalinscheibe vor das Ocular des Fernrohrs so zu stellen, daſs ihre Axe parallel lag der Kante des Prisma's. Wie bekannt läſst nämlich ein Turmalin nur dasjenige polarisirte Licht durch, dessen Vibrationen parallel mit seiner Axe geschehen.

Prisma *A* No. 1.

Beobachteter doppelter brechender Winkel $=148°,270$, also einfacher $=66° 43' 17''$. Temperatur $=19°$. Das

*) Sie liegen in den einzelnen Individuen wie die Linien *Oa*, *Ob*, *Oc*, die senkrecht gegen $m'm''$, $m''m'''$, $m'''m''''$ sind, und einander in *O* durchkreuzen (Fig. 1. Taf. I.).

Prisma war für das Spectrum, dessen Ablenkungen die gröfseren sind auf *F*, und für das andere Spectrum auf *H* eingestellt.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht ist gegen die Krystallisationsaxe *A*.	geht durch die Krystallisationsaxe *A*.
H	109°,535	163°,507
G	108 ,625	160 ,557
F	107 ,585	157 ,356
E	107 ,020	155 ,732
D	106 ,390	153 ,906
C	105 ,890	152 ,527
B	105 ,715	152 ,020

Prisma *A* No. 2.

Beobachteter doppelter brechender Winkel =115°,130, also einfacher =51° 48′ 31″. Temperatur =18°. Für beide Spectra war das Prisma auf *F* eingestellt.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht ist gegen die Krystallisationsaxe *A*.	geht durch die Krystallisationsaxe *A*.
H	73°,130	99°,020
G	72 ,615	97 ,897
F	72 ,005	96 ,580
E	71 ,677	95 ,887
D	71 ,305	95 ,090
C	71 ,025	94 ,480
B	70 ,917	94 ,250

Berechnet man nun, nach den Beobachtungen an beiden Prismen, die Brechungsexponenten für das Spectrum, welches eine constante Geschwindigkeit hat, so entsteht die folgende Tafel.

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht ist gegen die Axe *A*.		Differenz.
	Prisma No. 1.	Prisma No. 2.	
H	1,54226	1,54225	+0,00001
G	1,53880	1,53885	—0,00005
F	1,53480	1,53478	+0,00002
E	1,53264	1,53265	—0,00001
D	1,53015	1,53011	+0,00004
C	1,52818	1,52822	—0,00004
B	1,52747	1,52751	—0,00004

In dem andern Spectrum folgt das Licht nicht dem Cartesischen Gesetz, und das, was man Brechungsexponent nennt, existirt hier nicht. Indefs führe ich diese für ein Paar Strahlen an, um zu zeigen, dafs das Licht in diesem Spectrum keine constante Geschwindigkeit hat.

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene durch die Axe *A* geht.		Differenz.
	Prisma No. 1.	Prisma No. 2.	
H	1,70996	1,70590	0,00406
F	1,69502	1,69128	0,00374

Die vollkommne Uebereinstimmung der von den beiden Prismen für das erste Spectrum berechneten Brechungsexponenten, und der grofse Unterschied zwischen den für das letzte, liefern eine auffallende Bestätigung der Fresnel'schen Theorie.

Prisma *B* No. 1.

Beobachteter doppelter brechender Winkel =80°,500, also einfacher =36° 13′ 30″. Temperatur =18°. Für das Spectrum, dessen Ablenkungen die gröfseren sind, war das Prisma auf *F* eingestellt, für das andere auf *H*.

Strahl.	Beobacht. dopp. Ablenk. im Spectr., dess. Polarisationsebene	
	senkrecht gegen die Axe *B*	durch die Axe *B* geht.
H	62°,250	46°,850
G	61 ,600	46 ,540
F	60 ,850	46 ,175
E	60 ,450	45 ,980
D	59 ,990	45 ,755
C	59 ,630	45 ,580
B	59 ,500	45 ,515

Prisma *B* No. 2.

Beobachteter doppelter Winkel $=89^{\circ},335$, also einfacher $=40^{\circ}\,12'\,3''$. Temperatur $=18^{\circ}$. Für das Spectrum, dessen Ablenkungen die gröfseren sind, war das Prisma auf *F*, für das andere auf *H* eingestellt.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht ist gegen die Axe *B*	durch die Axe *B* geht.
H	70°,635	52°,970
G	69 ,885	52 ,610
F	69 ,020	52 ,200
E	68 ,555	51 ,975
D	68 ,025	51 ,715
C	67 ,615	51 ,515
B	67 ,460	51 ,445

Die folgende Tafel enthält die Brechungsexponenten, berechnet nach den Beobachtungen an beiden Prismen für das Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht gegen die Krystallisationsaxe *B* ist.

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht ist gegen die Axe *B*		Differenz.
	Prisma No. 1.	Prisma No. 2.	
H	1,71019	1,71004	0,00015
G	1,70325	1,70311	0,00014
F	1,69520	1,69510	0,00010
E	1,69091	1,69078	0,00013
D	1,68595	1,68583	0,00012
C	1,68206	1,68200	0,00006
B	1,68066	1,68057	0,00009

Diese Uebereinstimmung ist zwar bei weitem nicht so grofs, wie bei dem Prisma *A*; allein diefs rührt vermuthlich davon her, dafs es sehr schwierig, wenn nicht gar unmöglich, ist, die Ebene der optischen Axen mit aller Schärfe durch den Polarisationsversuch zu bestimmen. Indefs wird das Mittel aus diesen beiden Exponen-

ten wahrscheinlich nicht um 0,0001 von der Wahrheit abweichen.

Ich führe auch hier die Exponenten für ein Paar Strahlen des zweiten Spectrums an, um das Verhältniſs zwischen diesen zu zeigen.

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene durch die Axe *B* geht		Differenz.
	Prisma No. 1.	Prisma No. 2.	
H	1,54242	1,54277	0,00035
G	1,53493	1,53529	0,00036

Für dieses Spectrum ist der Unterschied gröſser, und, was noch bemerkt werden muſs, das Prisma No. 2. giebt hier einen gröſseren Exponenten, als das Prisma No. 1., gerade umgekehrt, wie es für das andere Spectrum der Fall ist. Die Fresnel'sche Theorie wird also auch hiedurch bestätigt, obgleich auf eine weniger bestimmte Art wie bei dem Prisma *A*.

Prisma *C* No. 1.

Beobachteter doppelter brechender Winkel =66°,050, also einfacher =29° 43′ 21″. Temperatur =17°. Das Prisma war für beide Spectra auf *H* eingestellt.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht ist gegen die Axe *C*	durch die Axe *C* geht.
H	49°,210	38°,090
G	48 ,715	37 ,835
F	48 ,150	37 ,535
E	47 ,850	37 ,375
D	47 ,505	37 ,190
C	47 ,230	37 ,050
B	47 ,125	36 ,990

Prisma *C*. No. 2.

Beobachteter doppelter brechender Winkel =92°,390, also einfacher =41° 34′ 32″. Temperatur =16°. Für

das Spectrum, dessen Ablenkungen die gröfseren sind, war das Prisma auf *F* eingestellt, für das andere auf *H*.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht gegen die Axe *C* ist	durch die Axe *C* geht.
H	73°,125	57°,195
G	72 ,365	56 ,780
F	71 ,475	56 ,300
E	71 ,000	56 ,040
D	70 ,460	55 ,745
C	70 ,040	55 ,515
B	69 ,870	55 ,430

Prisma *C* No. 3.

Beobachteter doppelter brechender Winkel =100°,530, also einfacher =45° 14′ 19″. Temperatur =16°. Das Prisma war für beide Spectra auf *F* eingestellt.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht ist gegen die Axe *C*	durch die Axe *C* geht.
H	81°,655	77°,690
G	80 ,780	76 ,910
F	79 ,770	76 ,000
E	79 ,230	75 ,530
D	78 ,610	74 ,980
C	78 ,135	74 ,540
B	77 ,945	74 ,380

Bei diesem letzten Prisma ist jedoch zu bemerken, dafs die beiden Spectra nicht in derselben Ebene lagen, und dafs ich bei der Messung des brechenden Winkels die eine Seitenfläche des Prisma's nicht vollkommen senkrecht gegen die Basis fand. Diefs war leicht zu entdecken, weil, nachdem das Fadenkreuz des Fernrohrs auf den zur Abspieglung benutzten Gegenstand direct eingestellt war, dieser Gegenstand, bei der Reflexion von dieser Seitenfläche bedeutend aus der Mitte des Gesichtsfeldes gerückt erschien. Der Winkel also, der bei einer sol-

chen Einstellung des Prisma's, bei welcher der von den beiden Seitenflächen reflectirte Gegenstand an derselben Stelle des Gesichtsfeldes erschien, gemessen wurde, mufste zu klein seyn; und aus diesem Grunde fallen auch die Brechungsexponenten dieses Prisma's gröfser als die andern aus. Ich würde die Beobachtungen an diesem Prisma auch nicht angeführt haben, wenn nicht zum Theil die beiden Strahlen einander fast deckten, dagegen sie in den andern Prismen *C* sehr weit von einander entfernt waren. Die unbedeutende Gröfse der Prismen und der Mangel an Zeit erlaubten mir nicht, es umschleifen zu lassen.

Berechnet man nach den Beobachtungen an diesen drei Prismen die Brechungsexponenten für das Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht ist gegen die Axe *C*, so erhält man folgende Tafel.

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht ist gegen die Axe *C*		
	Prisma No. 1.	Prisma No. 2.	Prisma No. 3.
H	1,70512	1,70505	1,70550
G	1,69830	1,69843	1,69875
F	1,69049	1,69058	1,69094
E	1,68634	1,68635	1,68674
D	1,68157	1,68156	1,68190
C	1,67777	1,67781	1,67820
B	1,67632	1,67630	1,67671

Die beiden ersten Reihen von Exponenten stimmen sehr genau mit einander überein. Die dritte dagegen liegt um etwa 0,0004 höher, und zwar aus dem bei den Messungen schon bemerkten Grunde. Deshalb werde ich auch diese Reihe fortlassen, und nur aus den beiden ersteren das Mittel nehmen.

Für das andere Spectrum, dessen Polarisationsebene durch die Axe *C* geht, sind die Exponenten, nach den drei Prismen, sehr verschieden, wie aus folgender Tafel erhellt:

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene durch die Axe *C* geht		
	Prisma No. 1.	Prisma No. 2.	Prisma No. 3.
H	1,55043	1,56158	1,67472
F	1,54265	1,55331	1,66151

Für dieses Spectrum ist also der Unterschied bis auf 0,124 in den verschiedenen Prismen gestiegen, wogegen für das andere Spectrum, wenn man die bestimmt fehlerhaften Resultate des Prisma's No. 3. ausschliefst, die Uebereinstimmung fast vollkommen ist. Stellt man dieses Resultat zusammen mit den ganz ähnlichen, die mit den Prismen *A* und *B* gefunden worden, so scheint, besonders da der Arragonit unter den zweiaxigen Krystallen die stärkste doppelte Brechung besitzt, *der Hauptsatz der Fresnel'schen Theorie von der Doppelbrechung in zweiaxigen Krystallen, nämlich die Unveränderlichkeit der Geschwindigkeit eines Strahls, so lange als seine Polarisationsebene dieselbe bleibt, durch diese Versuche vollkommen bestätigt zu seyn.*

Nimmt man jetzt das Mittel aus den zwei Reihen von Brechungsexponenten für jedes der drei Spectra, deren Geschwindigkeit constant ist, so bekommt man die *Brechungselemente des Arragonits,* wie sie die folgende Tafel enthält.

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht ist gegen		
	die Axe *A*	die Axe *B*	die Axe *C*.
H	1,54226	1,71011	1,70509
G	1,53882	1,70318	1,69836
F	1,53479	1,69515	1,69053
E	1,53264	1,69084	1,68634
D	1,53013	1,68589	1,68157
C	1,52820	1,68203	1,67779
B	1,52749	1,68061	1,67631

Durch meine Versuche über die Brechung des farbigen Lichts im Kalkspath und Bergkrystall war ich zu dem Resultate gekommen, dafs bei diesen Krystallen das Verhält-

hältnifs zwischen den Brechungsexponenten der beiden Strahlen verschieden sey für die verschiedenen Farben, und vom violetten bis zum rothen Ende des Spectrums fortwährend abnehme. Dasselbe Resultat giebt auch der Arragonit. Nennt man nämlich die Brechungsexponenten der Spectra *A*, *C*, *B* respective n', n'', n''', so erhält man:

Strahl.	Arragonit. Verhältnifs $\frac{n'''}{n'}$.	Arragonit. Verhältnifs $\frac{n'''}{n''}$.
H	1,10883	1,00294
G	1,10681	1,00284
F	1,10449	1,00273
E	1,10322	1,00267
D	1,10154	1,00257
C	1,10066	1,00253
B	1,10024	1,00256

Ich werde hier auch die Resultate der Untersuchungen über den Kalkspath und den Bergkrystall beifügen. Ist der ungewöhnliche Brechungsexponent $=n''$, und der gewöhnliche $=n'$, so hat man:

Strahl.	Kalkspath. Verhältnifs $\frac{n'}{n''}$.	Bergkrystall. Verhältnifs $\frac{n''}{n'}$.
H	1,12385	1,00613
G	1,12154	1,00605
F	1,11891	1,00599
E	1,11750	1,00594
D	1,11582	1,00589
C	1,11449	1,00586
B	1,11400	1,00584

Da jetzt drei Substanzen, nämlich zwei einaxige Krystalle, von denen einer attractiv und der andere repulsiv ist, und ein zweiaxiger Krystall genau dasselbe Resultat gegeben haben, so scheint es allgemein gültig zu seyn, dafs:

Jede einzelne Farbe ihre eigne doppelte Brechung hat, und zwar eine desto stärkere, je gröſser die einfache Brechbarkeit dieser Farbe, oder je kürzer die Undulationslänge derselben ist.

Wir werden weiter unten sehen, daſs der Topas, obgleich bei ihm die Variation der Verhältnisse äuſserst klein ist, ebenfalls dieses Resultat bestätigt.

Aus den drei erhaltenen Reihen von Brechungsexponenten n', n'', n''' läſst sich nur der wahre *Winkel zwischen den optischen Axen des Arragonits* genau berechnen; wenn nämlich dieser Winkel α heiſst, so hat man:

$$sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha = \frac{n'''^2 - n''^2}{n'''^2 - n'^2}.$$

Die hienach berechneten Werthe sind folgende:

Strahl.	Wahrer Winkel zwischen den optischen Axen.
H	20° 25′ 6″
G	20 12 6
F	20 0 50
E	19 53 0
D	19 37 8
C	19 33 14
B	19 44 40

Aus dieser Tafel geht hervor, *daſs im Arragonit die Neigung zwischen den optischen Axen vom violetten bis zum rothen Ende des Spectrums fortwährend abnimmt.* Zwar macht der Strahl B hievon eine Ausnahme, allein dieſs rührt wahrscheinlich davon her, daſs die Brechungsexponenten mit kleinen Fehlern behaftet sind, welche sich zufällig in den Differenzen $n'''^2 - n''^2$ und $n'''^2 - n'^2$ addirt haben. Uebrigens ist zu bemerken, daſs diese Winkel im Allgemeinen nicht auf eine Minute sicher seyn können, weil dazu erforderlich seyn würde, daſs die Exponenten auf 0,00001 richtig wären, welche

Genauigkeit aber wahrscheinlich mit keinem Winkelinstrumente zu erreichen ist.

Brewster*) giebt für den wahren Neigungswinkel den Werth 18° 18′, den er aus dem gemessenen scheinbaren Neigungswinkel berechnet hat. Da er aber diesen letzten Winkel und den Brechungsexponenten, dessen er sich bei der Berechnung bedient hat, nicht angiebt, so läſst der von ihm gegebene Werth von 18° 18′ und der aus meinen Versuchen abgeleitete keine sichere Vergleichung zu.

Durch mehrmals wiederholte Messungen an einer Lamelle mit parallelen und gegen die Ebene der optischen Axen senkrechten Flächen, habe ich als Mittelwerth den scheinbaren Neigungswinkel etwas über 32° bekommen. Um mit diesem eine Vergleichung anstellen zu können, müssen aus den, in der vorhergehenden Tafel angeführten, *wahren Neigungswinkeln* die *scheinbaren* berechnet werden. Dieſs geschieht leicht, da man jetzt die Geschwindigkeit des Lichts in Richtung einer optischen Axe bestimmen kann. Man erhält nämlich diese aus den zu Anfange dieses Aufsatzes angeführten Formeln, wenn man $\varepsilon''=o$ und $\varepsilon'=\alpha$ setzt, wodurch

$$v'^2=v''^2=n'''^2-(n'''^2-n'^2)\sin^2\tfrac{1}{2}\alpha$$

oder

$$v'=v''=n''$$

Der eine der beiden Strahlen folgt beim Hinaustreten aus der Lamelle dem Cartesischen Gesetz der Brechung, und für diesen ist also, wenn der scheinbare Winkel i heiſst:

$$\sin\tfrac{1}{2}i=n''\sin\tfrac{1}{2}\alpha.$$

Die hienach berechneten Werthe sind in folgender Tafel enthalten:

*) *Encyclopaed. Edinb. Article Optics*, *p.* 592.

Strahl.	Scheinbarer Winkel zwischen den optischen Axen.
H	35° 10′ 54″
G	34 39 30
F	34 10 0
E	33 51 10
D	33 17 46
C	33 6 24
B	33 24 22

Der Mittelwerth aus diesen beträgt etwa 34°, und weicht also etwa 2° von dem direct gemessenen ab. Wenn man aber erwägt, erstlich, daſs die directe Messung mit keiner groſsen Genauigkeit angestellt werden kann, und zweitens, daſs die Mitte der im Innern der elliptischen Farbenringe liegenden weiſsen Ellipse, an welcher Mitte ich mich bei der Messung gehalten habe, aus einem weiterhin angeführt werdenden Grunde nicht völlig mit der mittleren Lage der optischen Axen der verschiedenen Farben zusammenfallen kann; so scheint die Uebereinstimmung so genau zu seyn, als es sich nur erwarten läſst.

Da aus diesen Versuchen hervorgeht, daſs das Verhältniſs zwischen den Brechungsexponenten in den drei Spectris mit den verschiedenen Farben variirt, so kann das wahre Verhältniſs zwischen den Elasticitäten des vibrirenden Mittels in den drei Hauptrichtungen des Krystalls aus diesen Exponenten nicht berechnet werden. Wenn die die Fortpflanzung des Lichts in der Luft bedingende Elasticität zur Einheit angenommen wird, so ist die Elasticität nach der Axe $A=\frac{1}{n'^2}$, nach der Axe $B=\frac{1}{n'''^2}$ und nach der Axe $C=\frac{1}{n''^2}$, weil die Geschwindigkeiten, im Sinne des Undulationssystems genommen: $\frac{1}{n'}$, $\frac{1}{n'''}$, $\frac{1}{n''}$ sind, und sie sich übrigens wie die Quadratwurzeln aus den

Elasticitäten verhalten. Da aber die Quotienten $\frac{n'^2}{n'''^2}$ und $\frac{n'^2}{n''^2}$ nicht für alle Farben dieselben bleiben, so drükken sie folglich die Verhältnisse der Elasticitäten nicht aus. Wäre das Gesetz der Zerstreuung des Lichts bekannt, so würde man auch das wahre Verhältnifs bestimmen können, weil man in diesem Falle das, was im Werthe der Geschwindigkeit nur von der Elasticität des vibrirenden Mittels abhängt, von dem, was von der Gröfse der Undulationslänge bedingt wird, absondern könnte. Indefs werden doch die Verhältnisse für einen der mittleren Strahlen, z. B. für *F*, ein ziemlich annäherndes Resultat liefern. Nimmt man die Elasticität in Richtung der Axe *A* zur Einheit, und berechnet die Werthe $\frac{n'^2}{n'''^2}$ und $\frac{n'^2}{n''^2}$, so bekommt man:

Elasticität im Arragonit in Richtung der Krystallisationsaxen:

A	*B*	*C*
1	0,81975	0,82424

Da der Kalkspath und der Arragonit, obgleich ihre Krystallsysteme verschieden sind, beide nur aus kohlensaurem Kalk bestehen, so werde ich hier das Verhältnifs der Elasticitäten im Kalkspath anführen, dessen Krystallisationsaxe ganz deutlich der Krystallisationsaxe *A* des Arragonits entspricht, von der die optischen Axen nur etwa um 10° auf jeder Seite abweichen.

Elasticität im Kalkspath

in der Axe	senkrecht gegen die Axe.
1	0,79874

Die Verhältnisse zwischen den Elasticitäten sind also im Arragonit gröfser als im Kalkspath, obgleich die Elasticität überhaupt in jenem kleiner ist als in diesem, wie

aus den gröſseren Brechungsexponenten des Arragonit hervorgeht. Beruht nun die Gröſse der Elasticität auf der Gröſse des Abstandes zwischen den Partikeln des Krystalles, so müssen also die Partikel im Arragonit weiter von einander entfernt seyn als im Kalkspath.

Der weiſse Topas.

Die Prismen aus dem Topas wurden genau auf dieselbe Weise, wie die des Arragonits, geschnitten. Das Prisma *A* war hier leicht zu erhalten, weil die Durchgangsfläche, welche man durch einen Hammerschlag aus einem Topasgeschiebe bekommt, senkrecht gegen die Ebene der optischen Axen ist. Die Lage der beiden andern Prismen *B* und *C* wurde durch einen ähnlichen Versuch, wie beim Arragonit, bestimmt.

Da im Topase die beiden Spectra zum Theil einander decken, so trennte ich sie immer, wie beim Bergkrystall, durch eine vor die Oeffnung des Oculars gestellte Turmalinscheibe.

Prisma *A* No. 1.

Beobachteter doppelter brechender Winkel =67°,240, also einfacher =30° 15′ 29″. Temperatur =19°. Das Prisma war für das Spectrum, dessen Ablenkungen die gröſseren sind, auf *F* eingestellt, für das andere auf *H*.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht gegen die Axe *A* ist	durch die Axe *A* geht.
H	45°,030	44°,330
G	44 ,750	44 ,040
F	44 ,405	43 ,695
E	44 ,225	43 ,510
D	44 ,005	43 ,295
C	43 ,835	43 ,125
B	43 ,770	43 ,055

Prisma *A* No. 2.

Beobachteter doppelter brechender Winkel =94°,825, also einfacher 42° 40′ 16″.

Bei diesem Prisma waren nur die Streifen *H* und *G* so deutlich, dafs man ihre Ablenkungen beobachten konnte. Wovon dieses herrührte, ist mir ganz unbekannt. Bei einem dritten Prisma, das auf dieselbe Art geschliffen war, konnten zwar wegen der überall sichtbaren Durchgangsflächen, die den zu Anfang dieses Aufsatzes vom Schneckensteiner Topas erwähnten ähnlich waren, keine Beobachtungen angestellt werden; allein diefs war bei dem Prisma *A* No. 2. nicht der Fall.

Strahl.	Beobachtete doppelte Ablenkung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht gegen die Axe *A* ist	durch die Axe *A* geht.
H	67°,420	66°,555
G	66 ,995	66 ,115

Berechnet man die Brechungsexponenten für das Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht gegen die Axe ist, so bekommt man die in folgender Tafel enthaltenen Werthe.

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht ist gegen die Axe *A*.	
	Prisma No. 1.	Prisma No. 2.
H	1,63506	1,63490
G	1,63123	1,63140
F	1,62652	
E	1,62408	
D	1,62109	
C	1,61880	
B	1,61791	

Für das andere Spectrum, dessen Geschwindigkeit nicht constant ist, bekommt man:

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene durch die Axe *A* geht.	
	Prisma No. 1.	Prisma No. 2.
H	1,62551	1,62758
G	1,62156	1,62374

Prisma *B*.

Beobachteter doppelter brechender Winkel $=109^\circ,005$, also einfacher $=49^\circ\ 3'\ 8''$. Temperatur $=19^\circ$.

Das Prisma war für beide Spectra auf *H* eingestellt.

Strahl.	Beobachtete doppelte Brechung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht gegen die Axe *B* ist	durch die Axe *B* geht.
H	79°,580	80°,160
G	79 ,030	79 ,610
F	78 ,385	78 ,965
E	78 ,030	78 ,615
D	77 ,620	78 ,210
C	77 ,295	77 ,880
B	77 ,165	77 ,755

Prisma *C*.

Beobachteter doppelter brechender Winkel $=85^\circ,885$, also einfacher $38^\circ\ 38'\ 54''$. Temperatur $=16^\circ$.

Das Prisma war für beide Spectra auf *H* eingestellt.

Strahl.	Beobachtete doppelte Brechung im Spectrum, dessen Polarisationsebene	
	senkrecht gegen die Axe *C* ist	durch die Axe *C* geht.
H	58°,935	58°,760
G	58 ,555	58 ,380
F	58 ,105	57 ,920
E	57 ,860	57 ,680
D	57 ,570	57 ,390
C	57 ,340	57 ,155
B	57 ,245	57 ,060

Berechnet man die Brechungsexponenten für das Spectrum, dessen Geschwindigkeit constant ist, nach den

mit den Prismen *B* und *C* gemachten Beobachtungen, so erhält man die beiden letzten Columnen der folgenden Tafel, deren erstere Columne den Exponenten des Prisma's *A* enthält.

Strahl.	Spectrum, dessen Polarisationsebene senkrecht ist gegen		
	die Axe *A*	die Axe *B*	die Axe *C*
H	1,63506	1,62539	1,62745
G	1,63123	1,62154	1,62365
F	1,62652	1,61701	1,61914
E	1,62408	1,61452	1,61668
D	1,62109	1,61161	1,61375
C	1,61880	1,60935	1,61144
B	1,61791	1,60840	1,61049

Diefs sind also die drei Brechungs-Elemente des farblosen Topases. Nennt man hier, wie beim Arragonit, die Brechungsexponenten der Spectra *A*, *C*, *B* respective n', n'', n''', und berechnet die Verhältnisse $\frac{n'}{n''}$ und $\frac{n'}{n'''}$, so entsteht die folgende Tafel:

Strahl.	Verhältnifs $\frac{n'}{n''}$	Verhältnifs $\frac{n'}{n'''}$
H	1,00466	1,00595
G	1,00467	1,00597
F	1,00456	1,00588
E	1,00458	1,00592
D	1,00455	1,00588
C	1,00459	1,00587
B	1,00461	1,00591

Diese Verhältnisse sind hier in dem Grade für alle Farben gleich, dafs man leicht geneigt seyn könnte, die Abweichungen von der Gleichheit durch Beobachtungsfehler zu erklären. Indefs scheinen sie doch *gegen das violette Ende des Spectrums ein wenig gröfser zu seyn*, und folglich das für den Kalkspath, den Bergkrystall und

den Arragonit gefundene Resultat wenigstens nicht zu widerlegen.

Die nach der Formel:

$$\sin^2 \tfrac{1}{2}\alpha = \frac{n''^2 - n'''^2}{n'^2 - n'''^2}$$

berechneten Werthe von α sind in folgender Tafel enthalten:

Strahl.	Winkel zwischen den optischen Axen.
H	54° 54′ 0″
G	55 34 24
F	56 37 24
E	56 40 30
D	56 37 30
C	56 3 0
B	55 51 58

Obgleich sichtbare Unregelmäſsigkeiten in diesen Werthen vorkommen, so scheint es doch, *als nehme die Neigung der optischen Axen vom Violetten bis zum Rothen ab*, also gerade umgekehrt wie beim Arragonit.

Was den Werth dieses Neigungswinkels betrifft, so hat Brewster 65° und Biot 64° 14′ für denselben gefunden. Die aus den Brechungsexponenten berechneten Neigungen würden also um etwa 8° zu klein seyn, und folglich bestimmt auf einen Fehler in diesen Exponenten hindeuten, wenn nicht etwa der Neigungswinkel in verschiedenen Individuen des farblosen Topases variirt, wie es Brewster bei dem brasilianischen bemerkt hat. Da ich nur dünne Platten abgeschlagen hatte, konnte ich an ihnen keine genaue Messungen anstellen, weil bei der groſsen Ausdehnung der elliptischen Ringe die Schätzung der Mitte der innern weiſsen Ellipse höchst unsicher war. Indeſs muſs ich hier die Bemerkung, die ich schon beim Arragonit machte, wiederholen, daſs nämlich die optische Axe nicht genau mit der Mitte der weiſsen Ellipse zusammenfallen kann, und daſs folglich der aus den beob-

achteteten scheinbaren Neigungswinkel berechnete Werth von 64° 14′ nicht vollkommen richtig seyn kann, wenn man auch annimmt, dafs der scheinbare Neigungswinkel sich mit aller Schärfe beobachten lasse.

Es folgt nämlich aus der Fresnel'schen Theorie, dafs die entgegengesetzt polarisirten Strahlen, welche in einer Lamelle, deren Flächen unter sich parallel und gegen die Axe A senkrecht sind, gemeinschaftlich mit derselben Geschwindigkeit die Richtung einer optischen Axe durchlaufen haben, sich beim Hinaustreten aus der Lamelle von einander trennen müssen, welches bei einer Lamelle eines einaxigen Krystalls, wenn nicht deren Flächen gegen die Krystallisationsaxen geneigt sind, nicht der Fall ist. Der eine Strahl, dessen Polarisationsebene senkrecht gegen die Axe C ist, folgt dem Cartesischen Gesetz, so dafs wenn $\frac{1}{2}i$ den Winkel zwischen den hinausgetretenen Strahl und der Axe C bezeichnet, man hat:

$$\sin\tfrac{1}{2}i = n''.\sin\tfrac{1}{2}\alpha.$$

Der andere Strahl dagegen, dessen Polarisationsebene durch die Axe C geht, macht noch, nach dem Heraustreten, mit dieser Axe einen Winkel $\frac{1}{2}e$, der, zufolge der Huyghens'schen Construction, durch die Gleichung:

$$\sin\tfrac{1}{2}e = \frac{n'''^2 \sin\tfrac{1}{2}\alpha}{\sqrt{n'^2 - (n'^2 - n'''^2)\sin^2\tfrac{1}{2}\alpha}}$$

gegeben wird.

Für den Strahl H im Topas z. B. bekommt man nach diesen Formeln, mittelst der Werthe, $\alpha = 54°\ 54'$; $n' = 1{,}63506$; $n'' = 1{,}62745$ und $n''' = 1{,}62539$ folgende Resultate: $\frac{1}{2}i = 48°\ 36'\ 30''$ und $\frac{1}{2}e = 48°\ 58'\ 4''$. Die beiden Strahlen also, obgleich sie in der Lamelle in gleicher Richtung gegangen sind, trennen sich dennoch beim Hinaustreten um 21′ 34″ von einander. Für denselben Strahl H im Arragonit werden $\frac{1}{2}i = 17°\ 35'\ 27''$ und $\frac{1}{2}e = 19°\ 42'\ 47''$, weichen also um 2° 7′ 20″ von einander ab. Da nun die Ringe durch Interferenz der beiden entgegengesetzt polarisirten Strahlen entstehen, und folglich

der weifse Fleck in derjenigen Richtung erscheinen wird, in der zwei Strahlen, die entgegengesetzt polarisirt sind und eine gleiche Anzahl von Undulationen in der Lamelle zurückgelegt haben, parallel mit einander heraustreten, ferner aber, die beiden Strahlen, welche mit gleicher Geschwindigkeit eine optische Axe durchlaufen haben, beim Heraustreten divergiren; so kann der weifse Fleck nicht in Richtung des Strahls erscheinen, der in Richtung einer optischen Axe gegangen und nach dem Cartesischen Gesetz gebrochen worden ist.

Nimmt man aus den Verhältnissen $\frac{n'}{n''}$ und $\frac{n'}{n'''}$ für die verschiedenen Farben das Mittel, so bekommt man für das erstere: 1,00460, und für das zweite 1,00591. Wird nun hier, wie beim Arragonit, die Elasticität in Richtung der Axe *A* zur Einheit angenommen, so erhält man für die Elasticität in den drei Hauptrichtungen folgende Werthe:

Elasticität im farblosen Topase, in Richtung der Krystallisationsaxen:

A	*B*	*C*
1	1,01186	1,00922

In seinem *Mémoire sur la double réfraction* hat Fresnel (*Mémoires de l'Institut, T. VII.*) das Verhältnifs zwischen der gröfsten und kleinsten Geschwindigkeit, wie er dasselbe durch Diffractionsversuche gefunden, zu 0,9938 angegeben. Nach meinen Versuchen ist das Verhältnifs $\frac{n'''}{n'}=\frac{1}{1,00591}=0,99412$, also um 0,0003 zu grofs. Wenn man dann von dem Verhältnifs 0,9938 ausgeht, und die Neigung der Axen $=65^0$ setzt, so kann man das andere Verhältnifs $\frac{n''}{n'}$ durch die Gleichung

$$\frac{n''^2}{n'^2}=\frac{n'''^2}{n'^2}+\left(1-\frac{n'''^2}{n'^2}\right)\sin^2\tfrac{1}{2}\alpha$$

berechnen. Man bekommt dann 0,99560. Nach meinem

Versuche ist $\frac{n''}{n'} = \frac{1}{1,00460} = 099542$. Da die Differenzen $+0,00018$ und $-0,0003$ betragen, so möchte ich sie wohl nicht ganz etwaigen Fehlern in meinen Beobachtungen zuschreiben. Indefs werde ich gelegentlich noch eine Reihe von Versuchen über den farblosen Topas anstellen, besonders da das durch Diffractionsversuche ausgemittelte Verhältnifs 0,9938 scheint zuverlässiger seyn zu müssen.

II. *Ueber die Zurückwerfung und Zerlegung des Lichts an der Trennungsfläche von Mitteln mit gleicher oder verschiedener Brechkraft; von D. Brewster* *).

(*Philosoph. Transact. f.* 1829, *pt.* 1. *p.* 187.)

Es ist ein nothwendiges und von Newton selbst entwickeltes Ergebnifs aus seiner Lichttheorie, dafs weifses Licht, welches auf die Trennungsfläche verschiedener Mittel gefallen ist, nach der Reflexion seine Weifse behält, ausgenommen in den Fällen, wo eins der Mittel eine Dicke von ungefähr einem Achtzigmilliontel eines Zolls besitzt.

Nach der Entdeckung von der Ungleichheit der Brechkräfte, hätte es einleuchten müssen, dafs reflectirtes Licht niemals ganz weifs seyn könne, obgleich die Färbung bei der Art, wie man gewöhnlich optische Versuche anstellt, wahrscheinlich nicht zu entdecken war. Der einzige Physiker, der meines Wissens Versuche über

*) Die hauptsächlichsten der in diesem Aufsatze beschriebenen Versuche wurden im J. 1816 angestellt. Eine kurze Notiz von ihnen wurde in *Quarterly Journal for July — Octob.* 1816 bekannt gemacht, und ein ausführlicherer Aufsatz über sie in der K. Gesellschaft zu Edinburgh am 4. Jan. 1819 vorgelesen.

diesen Gegenstand angestellt hat, ist Hr. Herschel; und da seine Meinung als der Ausdruck der jetzt herrschenden angesehn werden kann, so nehme ich keinen Anstand dieselbe hier anzuführen.

»Die Erscheinungen, welche bei der Reflexion des Lichts von der gemeinschaftlichen Fläche zweier Mittel stattfinden, sind so, wie man es nach der obigen Theorie erwarten kann; doch treten noch einige Umstände hinzu, die uns bewegen die Allgemeinheit unserer Voraussetzungen zu beschränken, indem sie zwischen den Anziehungs- und Abstofsungskräften, von denen die Refraction und Reflexion, wie man annimmt, bedingt werden, eine Beziehung aufzustellen scheinen. Denn, wenn zwei Mittel in eine innige Berührung gebracht sind (in eine solche z. B. wie sie zwischen einem flüssigen und einem starren Körper oder zwischen zwei Flüssigkeiten stattfindet); so ist, wie man gefunden hat, die Stärke der Reflexion an deren gemeinschaftlichen Fläche immer desto schwächer, je mehr die Brechungsverhältnisse sich der Gleichheit nähern; und, wenn diese vollkommen gleich sind, so hört die Reflexion gänzlich auf und der Strahl setzt im zweiten Mittel seinen Lauf mit unveränderter Richtung, Geschwindigkeit und Stärke fort. Aus dieser Thatsache, welche allgemein ist, geht hervor, dafs die zurückwerfenden oder brechenden Kräfte, in allen Mitteln von gleicher Brechungs-Dichte (*refractive densities*) genau denselben Gesetzen folgen und in einer gleichartigen Beziehung zu einander stehen; und dafs in Mitteln von ungleicher Brechkraft die Beziehung zwischen den zurückwerfenden und brechenden Kräften nicht willkührlich ist, sondern dafs die eine von der andern abhängt, und mit derselben zu- oder abnimmt. Dieser merkwürdige Umstand macht die Annahme von der Identität der Form der Function, welche das Gesetz der Wirkung der Theilchen aller Körper auf das Licht unterschiedlos ausdrückt, weniger unwahrscheinlich.«

»Um die in Rede stehenden Phänomene auf experimentellem Wege zu zeigen, nehme man ein Prisma oder einen dünnen Keil von Glas mit sehr kleinem Brechungswinkel (z. B. von ½ Grad; auch ist jedes Stück Spiegelglas anwendbar, da selten die beiden Flächen parallel sind), und nachdem man es dicht an's Auge gebracht hat, betrachte man das Bild einer Kerzenflamme, das von der äufsern, dem Auge zunächst liegenden, Fläche reflectirt wird. In einem kleinen Abstande von ihm wird man noch ein anderes, von der innern Seite der untern Fläche reflectirtes, Bild bemerken, welches fast gleiche Helligkeit wie das erstere besitzt, wenn die Incidenz nicht zu grofs ist. Nun bringe man ein wenig Wasser oder einen benetzten Finger, oder, noch besser, eine schwarze angefeuchtete Substanz an die untere Fläche, da, wo die innere Reflexion stattfindet; dann wird das zweite Bild augenblicklich einen grofsen Theil seiner Helligkeit verlieren. Nimmt man statt des Wassers Olivenöl, so wird die Schwächung des Lichts noch beträchtlicher, und wendet man Pech an, das zuvor erwärmt worden, damit es klebt, so wird das zweite Bild gänzlich verschwinden. Gebraucht man dagegen Substanzen von stärkerer Brechkraft als das Glas, so erscheint das zweite Bild wiederum. So ist es beim Cassiaöl sehr hell; beim Schwefel kann man es nicht von dem an der ersten Fläche reflectirten unterscheiden; und wenn man Quecksilber oder Amalgam anwendet, so ist die Reflexion an der gemeinschaftlichen Fläche des Glases und Metalls lebhafter, als die von der Glasfläche allein. Die Aufhebung der Reflexion an der gemeinschaftlichen Fläche zweier Mittel von ungleicher Brechkraft erklärt viele sonderbare Erscheinungen, etc.«*).

Im Jahr 1814, als ich mit der Aufsuchung des Gesetzes, nach welchem das an der Trennungsfläche verschiedener Mittel reflectirte Licht polarisirt wird, beschäf-

*) *Treatise on Light* §. 547., 548.

tigt war *), hatte ich Gelegenheit, Cassiaöl zwischen zwei Flintglasprismen einzuschliefsen. Die blaue Farbe des reflectirten Lichts setzte mich anfänglich in Erstaunen; allein, obgleich die Thatsache neu und der Versuch interessant war, so liefs sich doch die Zerlegung des Lichts begreiflicherweise nach den bekannten Sätzen erklären. Denn obschon die Brechungsdichte des Cassiaöls die des Flintglases für die mittleren Strahlen beträchtlich übertrifft, so ist doch die Wirkung der beiden Körper auf die weniger brechbaren Strahlen beinahe gleich; folglich mufste ein grofser Theil der rothen Strahlen hindurch gehen, dagegen aber von den orangefarbenen ein kleiner Theil, von den gelben ein gröfserer, von den grünen ein noch gröfserer, und von den blauen ein sehr grofser Theil reflectirt werden, so dafs der durch Reflexion gebildete Lichtbündel nothwendigerweise hauptsächlich nur eine blaue Farbe besitzen konnte.

Bei Anwendung von verschiedenen Glassorten und verschiedenen Oelen erhielt ich mehrere ähnliche Resultate; es wurden verschiedene Strahlen des Spectrums dadurch ausgelöscht, dafs ich die beiden entgegengesetzten Wirkungen, die das starre und das flüssige Medium auf dieselben ausübten, so weit als möglich in Gleichgewicht brachte. Wenn das blaue Licht ausgelöscht wird, hat der reflectirte Bündel eine gelbe Farbe; und es ist klar, dafs der resultirende Lichtbündel niemals eine entschiedene Farbe haben kann, sondern immer bläulich oder gelblich seyn mufs.

Da die Brechungsverhältnisse für alle Einfallswinkel gleich bleiben, so kann das reflectirte Lichtbündel, obwohl in seiner Intensität, doch niemals in seiner Farbe sich verändern, und so können wir niemals aus dieser theilweisen Zerlegung der einfallenden Strahlen irgend eine Folge von Farben oder Farbenringen erhalten.

Diese

*) *Philosoph. Transact.* 1825, *p.* 137.

Diese Beobachtungen setzen es als eine allgemeine Thatsache fest, dafs bei jeder Reflexion von durchsichtigen Flächen der reflectirte Lichtbündel nothwendigerweise eine andere Farbe als der einfallende haben mufs, ausgenommen in dem äufsersten Falle, wo die beiden in Berührung stehenden Körper ein mathematisch gleiches Brechungs- und Zerstreuungsvermögen besitzen.

Ich war nun begierig zu untersuchen, welchen Effect eine Annäherung zu dieser letzten Bedingung oder zu einem vollkommnen Gleichgewichte zwischen allen auf den einfallenden Strahl wirkenden Kräften haben würde, da es oft an solcher Gränze wie dieser geschieht, dafs uns die Natur mit der Entwicklung einer neuen Erscheinung erfreut. Dieser Versuch war indefs mit gröfseren Schwierigkeiten verknüpft, als ich erwartet hatte; doch nach vielen mifslungenen Versuchen, wurde ich zu den Resultaten geführt, die ich jetzt beschreiben will.

Die Solida, welche ich anwandte, waren zwei Prismen von Tafelglas, die ich A und B nennen will. Das Prisma A, dessen Querschnitt ein gleichschenklich rechtwinkliches Dreieck darstellte, war in der Glashütte, wo es verfertigt, auf der Basis polirt worden. Das Prisma B, dessen Querschnitt ebenfalls ein gleichschenklich rechtwinkliches Dreieck war, hatte Hr. Dollond für mich verfertigt und sehr schön poliren lassen. Die Brechungsverhältnisse waren:

In A . . $m=1{,}508$; in B . . $m=1{,}510$.

Die angewandten Flüssigkeiten waren Ricinusöl und Copaivabalsam, von denen der letztere eine gröfsere, und das erstere eine geringere Brechkraft als die Glasprismen besitzt. Die Brechungsverhältnisse sind nämlich:

Im Ricinusöl . . . . . $m=1{,}490$

Im Copaivabalsam . . $m=1{,}528$.

Die Prismen A, B wurden nun an einander befestigt, wie in Fig. 2. Taf. I., und ein Schichtchen CD von Ricinusöl zwischen dieselben gebracht. Ein Licht-

strahl Rr wird, nach der Refraction in r, von der Fläche CoD, welche das Prisma A vom Oele trennt, in der Richtung oqm reflectirt; ein anderer Theil desselben aber von der Fläche GpH, welche das Oel vom Prisma B scheidet, in der Richtung psn. Damit die beiden Strahlen qm, sn hinreichend aus einander weichen, sind die gemeinschaftlichen Durchschnitte der Flächen, die den rechten Winkel enthalten, etwas gegen einander geneigt.

Wenn der Einfallswinkel RrE sehr grofs ist, so erleidet das Licht eine totale Reflexion an der Fläche CoD. Innerhalb der Gränze der totalen Reflexion ist das Licht oqm gelb; und wenn man den Einfallswinkel stufenweise vermindert, so geht das Lichtbündel oqm durch alle Nüancen von fast drei Farben-Ordnungen, wie es die folgende Tafel zeigt.

		Einfallswinkel RrE.	Einfallsw. an der Fläche CoD *)
Erste Ordnung.	Gelb	70°	83° 33′
	Orange	63	81 13
	Roth	61	80 27
	Nelkenfarben (*pink*) . .	59½	79 51
	Gränze von Nelkenf. u. Blau	59	79 14
Zweite Ordnung.	Bläuliche Nelkenfarbe . .	57	78 46
	Volles Blau	55	77 54
	Grünliches Blau	52	76 30
	Gelbliches Blau	48	74 32
	Gelb	41	70 46
	Röthliches Gelb	34	66 46
	Noch röther	26	61 54
	Roth	21	59 4
	Nelkenfarbe	17	56 11
	Gränze von Nelkenf. u. Blau	14	54 14
Dritte Ordnung.	Blau	+ 9	50 57
	Bläulich Grün	0	45 0
	Gelblich	−15	35 46
	Volles Gelb	−22	30 37
	Röthliches Gelb	−31	25 21
	Nelkenfarbe	−52	13 30

*) Diese Kolumne ist nach der Formel $A = 45° \pm Arc.\left(\frac{\sin. I}{m}\right)$

Die Farbe des von der andern Trennungsfläche *GpII* erzeugten Lichtbündels *psn* ist bei allen Einfallswinkeln ein schwaches gelbliches Grau (wie man diefs am besten sieht, wenn man die obere Seite des Prismensystems hinunterdreht, und den Strahl *Rr* mit dem Prisma *B* aufhängt, so dafs der reflectirte Strahl *psn* nicht durch das Oel geht), und seine Intensität erleidet nur eine sehr geringe Aenderung. Diese Thatsache ist sehr merkwürdig, und (wie man gleich sehen wird) rührt von einer besondern Eigenschaft des Glases selbst her. Wenn das untere Prisma von demselben Glase wie *A* verfertigt ist, und die in obiger Tafel angeführten Farben bei andern Einfallswinkeln als *A* hervorbringt, so ist das Farbenspiel besonders artig und die ganze Erscheinung eine der schönsten in der physikalischen Optik.

Wenn das einfallende Licht homogen ist, so sind keine Farben zu sehen; allein die reflectirten Lichtbündel haben ihre Maxima und Minima von Intensität, wie, bei homogenem Lichte, die Farbenringe dünner Platten oder die Fransen des gebeugten Lichts.

Folgendes sind die Perioden für das rothe und das blaue Licht.

	Rothes Licht.	Blaues Licht.
Erstes Minimum	77° 54'	80° 27'
Zweites Minimum	50 57	59 4

Nimmt man statt des dreiseitigen Prisma's *A* ein vierseitiges, so erscheinen die Farben dichter zusammengedrängt; und wenn der leuchtende Gegenstand ein langer Streifen hellen Lichtes ist, so sieht man die meisten Farben auf einmal.

Wenn man nun das Oel erwärmt und dadurch seine Brechkraft schwächt, so wird die Helligkeit der Farben

berechnet, wo *I* die Einfallswinkel der ersten Kolumne, und *A* die in der zweiten bezeichnet, und $m = 1{,}508$ das Brechungsverhältnifs des Glases ist.

bedeutend vermindert, und die erste Periode bei einem geringeren Einfallswinkel geschlossen.

Von dieser Art sind die Erscheinungen, wenn die Brechkraft des Glases die der Flüssigkeit übertrifft. Wir werden nun sehen, was geschieht, wenn die Flüssigkeit eine gröfsere Brechkraft als das Glas besitzt; ein Fall von besonderem Interesse, weil wir im Stande sind die beiden Brechkräfte für jeden gegebenen Strahl des Spectrums zu völliger Gleichheit zu bringen.

Bei Anwendung derselben Prismen, wie vorhin, bestehe nun die Schicht *CDHG* aus Copaivabalsam. Bevor die totale Reflexion eintritt ist der reflectirte Lichtbündel vollkommen weifs; dann wird er gelb und durchläuft dieselben Farbenreihen, wie der vom Ricinusöl. Alle diese Farben entstehen jedoch bei kleineren Einfallswinkeln, und die erste Ordnung schliefst bei einem Winkel von 64° 58′, wie aus folgender Tafel erhellt, in welcher ich nur die Hauptfarben angegeben habe.

		Einfalls-winkel *RrE.*	Einfallsw. an der Fläche *CoD.*
Erste Ordnung.	Gelblich	47°	74° 10′
	Gelb	41	70 47
	Nelkenroth	36	67 57
	Nelkenfarben	33	66 10
	Gränze zwischen Nelkenfarbe und Blau	31	64 58
Zweite Ordnung.	Bläuliche Nelkenfarbe	28	63 8
	Volles Blau	26	61 54
	Bläuliches Grün	22	59 23
	Bläuliches Gelb	18	56 50
	Gelb	10	51 37
	Röthliches Gelb	1	45 40
	Roth	− 8	39 42
	Nelkenroth	−13	36 25
	Gränze zwischen Nelkenfarbe und Blau	−16	34 28
Dritte Ordnung.	Blau	−22	30 37
	Bläuliches Grün	−26	28 56
	Grün	−30	25 29
	Gelbliches Grün	−41	19 13

Nachdem ich ausgemittelt hatte, dafs bei einer Temperatur von 94° F. das mittlere Breohungsverhältnifs des Copaivabalsams beinahe dem des Glasprismen gleich war, schritt ich zu der Untersuchung, welchen Einflufs eine Temperaturveränderung von 50° bis über 94° F. auf die Intensität und Farbe des reflectirten Lichtbündels ausüben werde.

Die Prismen wurden daher in der Lage befestigt, dafs sie das volle Blau der zweiten Ordnung zeigten, und alsdann allmälig erwärmt. Die Farbe wurde durch die Erwärmung sichtlich verschönert, obgleich die Intensität des Lichtes abnahm. In dem Augenblick, als die Brechungsdichte des Glases und des Balsams gleich waren, wurde keine besondere Veränderung bemerkt. Ueber 94° hinaus wuchs die Intensität der Farben, in Folge der abnehmenden Brechkraft des Balsams; als aber die Temperatur beträchtlich verstärkt wurde, verschwanden die Farben gänzlich.

Wir gehen nun zu einer merkwürdigen Erscheinung über, die sich in den relativen Intensitäten der Lichtbündel oqm und psn zeigt. Bei einem Einfallswinkel von 61° 54′ an der Fläche CoD, und bei einer Temperatur von etwa 50° F., zeigt der Lichtbündel oqm ein volles Blau, psn dagegen ein grauliches Weifs von geringerer Intensität als das Blau. Bei Vergröfserung des Einfallswinkels nimmt die Intensität des Bündels oqm rasch zu, während die des grauen Strahles langsam abnimmt, so dafs, bei einer Incidenz von 74°, oqm zehn bis zwölf Mal leuchtender ist als psn. Bei kleineren Incidenzen als 61° 54′ ist aber die Lichtstärke des Strahles psn gröfser, als die von oqm.

Bei Erwärmung wird psn gelblichweifs und sehr intensiv. Bei schiefen Incidenzen nähert er sich nun der Helligkeit von opm, bleibt aber darin noch hinter diesem Strahle zurück, während er bei kleinen Incidenzen denselben an Intensität übertrifft.

In den vorhergehenden Versuchen hatte der starre Körper beinahe dieselbe Brechungsdichte wie der Balsam. Wir werden nun ein Solidum nehmen, nämlich Obsidian, welches fast dieselbe Brechkraft wie das Oel besitzt.

Wenn das untere Prisma *B* aus Obsidian, und die Schicht *CDHG* aus Copaivabalsam besteht, so durchläuft der Strahl *psn* drei Farbenordnungen; nämlich:

Erste Ordnung. { Weiſs
Gelb
Roth
Gränze von Roth und Blau bei 73°

Zweite Ordnung. { Blau
Bläuliches Grün
Gelbliches Weiſs
Röthliches Weiſs
Schöne Nelkenfarbe

Dritte Ordnung. { Bläulich
Bläulichweiſs.

Die Farben sind keinesweges gut, noch werden sie bei Erwärmung, wobei die Brechkraft der Flüssigkeit sich der des starren Körpers nähert, verschönert. Die Wärme reducirt die Ordnungen auf zwei, und jede Farbe wird nun bei einem viel kleineren Winkel entwickelt. Die erste Ordnung z. B., die bei einer Incidenz von 73° schloſs, schlieſst nun bei einer Incidenz von 52°. Wenn die Hitze so groſs ist, daſs man die Prismen nicht mehr mit der Hand berühren kann, so sind alle Farben verschwunden.

Wenn wir nun, statt des Balsams, Ricinusöl nehmen, so sind keine Farben sichtbar; allein der reflectirte Lichtbündel *psn* ist weiſs und hell, ungeachtet die Brechkräfte des starren und des flüssigen Körpers zusammenfallen. Wärme erhöht die Intensität des Lichtbündels, erzeugt aber keine Farben.

Bisher haben wir nur die Wirkungen der beiden Flächen der Schicht betrachtet, wie sie sich, vermöge

der prismatischen Gestalt der Flüssigkeit, seitwärts in zwei getrennten Bildern zeigt. Wir werden nun kürzlich die Erscheinungen erwähnen, welche sich zeigen, wenn, vermöge des Parallelismus der Flächen der Schicht die beiden Bilder sich über einander lagern. Wenn die beiden Prismen A und B einzeln und bei verschiedenen Einfallswinkeln gleiche Farbenperioden geben, dann sind die entstehenden Farben sehr unregelmäſsig und undeutlich. Wenn aber die Maxima der von dem einen Prisma hervorgebrachten Perioden zusammenfallen mit den Minimis der von dem andern erzeugten Perioden, so werden die Farben fast ganz zerstört, obgleich es nicht leicht ist, sich der Bedingung zu versichern, von der diese Compensation abhängt. Wenn die Prismen einzeln genau dieselben Perioden bei denselben Einfallswinkeln geben, dann entsprechen die Minima des einen den Minimis des andern, und die Maxima den Maximis, so daſs die vereinigten Prismen dieselben Farbenperioden hervorbringen, wie die Prismen einzeln; allein die Intensität der Farben ist verdoppelt. Diese Verdoppelung der Intensität ist leicht zu beobachten, wenn man ein Prisma, welches deutliche Farben hervorbringt, durchschneidet und die beiden Hälften durch eine flüssige Schicht von einander trennt.

Obgleich die vorhergehenden Versuche hinreichend sind, das Daseyn dieser Klasse von Erscheinungen zu erweisen und die Natur derselben zu erläutern, so werde ich dennoch, da sie wahrscheinlich zu interessanten Folgerungen in der Theorie des Lichtes führen, keinen Anstand nehmen, noch eine andere sehr lehrreiche Reihe, die mit besonders zu dieser Untersuchung geeigneten Flüssigkeiten angestellt wurde, zu beschreiben. Ich habe auch hier die frühern Tafelglas-Prismen angewandt; allein, da das Ricinusöl und der Copaivabalsam in ihrer Brechkraft sehr vom Glase abweichen, so habe ich zwei andere Oele mit einer fast gleichen mittleren Brechkraft

wie die Prismen erwählt, nämlich Cuminöl und destillirtes Holzöl (*wood oil*) *), welche sich glücklicherweise sehr leicht mit einander vermischen lassen. Die Brechkräfte für die mittleren gelben Strahlen waren beinahe folgende:

	Brechungsverhältniſs.
Cuminöl	1,512
Tafelglas, Prisma *B*	1,510
Cuminöl und Holzöl gemischt	1,5085
Tafelglas, Prisma *A*	1,508
Holzöl	1,506

Da auf die numerische Genauigkeit dieser Brechungsverhältnisse nichts ankommt, so habe ich sie nicht mit besonderer Sorgfalt gemessen; ich tauchte die Prismen mit ihrem rechten Winkel in Gefäſse, welche die drei Oele enthielten, und bestimmte sorgfältig, daſs sie, bei der Temperatur 50° F., in der oben aufgeführten Ordnung auf das homogene gelbe Licht der monochromatischen Lampe wirkten.

Ich combinirte nun die Oele hinter einander mit den beiden Prismen, wie es Fig. 2. Taf. I. zeigt. In allen diesen Combinationen brachte, bei weiſsem Lichte, die Fläche zwischen dem Prisma *A* und den Oelen, fast drei Farbenordnungen von derselben Intensität und fast bei denselben Einfallswinkeln hervor, wie beim Copaivabalsam; dagegen reflectirte die Trennungsfläche zwischen dem Prisma *B* und den Oelen nur ein blaſsgraues Bild von sehr geringer Intensität, die allgemein in dem Maaſse abnahm, als der Einfallswinkel wuchs.

Wenn das homogene gelbe Licht einer monochromatischen Lampe angewandt wurde, brachte die Trennungsfläche zwischen dem Prisma *A* und allen Oelen das erste Minimum fast bei demselben Einfallswinkel hervor; und obgleich ich das schwächst brechende Oel allmälig erwärmte

*) Dieſs Oel wurde mir aus Ostindien von Hrn. G. Swinton, Secretär beim Gouvernement in Calcutta, gesandt.

und das stärkst brechende erkältete, um eine völlige Compensation der entgegengesetzten Refractionen für die gelben Strahlen zu bewirken, so kam doch weder in dem Orte des ersten Minimums, noch in der Intensität des reflectirten Lichtes eine wahrnehmbare Veränderung zum Vorschein. Bei Anwendung des gemischten Oels wurde die Compensation, ohne irgend eine Temperaturveränderung, durch eine bloſse Aenderung in der Aufstellung des Apparats hervorgebracht.

In der Erwartung, einige starre oder flüssige Mittel zu entdecken, welche mit Tafelglas eine gröſsere Anzahl von Farbenordnungen hervorbringen würden, stellte ich die in folgender Tafel enthaltenen Vergleiche an.

Farbenperioden, die an den gemeinschaftlichen Flächen von Tafelglas und Oelen oder andern Flüssigkeiten entstehen.

Namen der Oele.	Bild auf der Fläche des Prisma's *A.*	Bild auf der Fläche des Prisma's *B.*
Cassiaöl. . . .	Bei 65° Incidenz: blaſsrothe Farben; bei schwächeren, blaſsblau und dann blaſsroth. Hitze erhöht die Farben ein wenig.	Weiſs und hell.
Peruvianischer Balsam.	Schwache Schattirungen von Roth; blau wie zuvor. Durch Erwärmung entstehen zwei Ordnungen schwacher Farben.	Gelblich-weiſs.
Anisöl.	Zwei Farbenordnungen. Bei 200° F. entstehen zwei gute Farbenordnungen. Gränze von Nelkenfarbe und Blau der ersten Ordnung bei einer Incidenz unter 65°.	Graulich- oder bläulich-weiſs.
Flüssiger Storax.	Zwei Ordnungen von Farben; durch Erwärmung verschönert.	Hell und weiſs.
Canadischer Balsam.	Oben zwei Farbenordnungen; die Nelkenfarbe im zweiten am besten; durch Wärme verschönert.	Graulich- od. bläulich-weiſs.
Tabacksöl. . . .	Zwei Ordnungen schwacher Farben. Bei Erwärmung fast drei.	Graulich-weiſs.
Gewürznelkenöl.	Zwei schwache Ordnungen. Bei Erwärmung eine dritte. Erste Gränze von Nelkenfarbe und Blau bei etwa 65° Incidenz.	Gelblich-weiſs; b. Wärme aber grauweiſs.
Sassafrasöl. . .	Zwei Ordnungen. Erstes Roth blaſs. Erstes Blau gut.	Grauweiſs.
Copaivabalsam. .	Siehe S. 36.	
Spieſsglanzbutter.	Zwei erträglich deutliche Farbenordnungen.	Grauweiſs.
Cuminöl. . . .	Zwei schöne Ordnungen. Ein schönes Gelb in der zweiten. Erwärmung vernichtet sie alle.	Schön graulich; in der Wärme intensiver u. gelber.

Namen der Oele.	Bild auf der Fläche des Prisma's *A*.	Bild auf der Fläche des Prisma's *B*.
Nufsöl.	Zwei schwache Ordnungen; das zweite Roth und das zweite Blau mäfsig gut. Bei Wärme zwei schöne Ordnungen. Die erste Gränze von Nelkenfarbe und Blau bei etwa 76° Incidenz endigend.	Gelblich-weifs.
Pimentöl. . . .	Drei gute Farbenordnungen. Erste Gränze von Nelkenfarbe und Blau bei 65° Incidenz.	Blafsblau, sehr schön bei grofser Incidenz.
Fenchelöl. . . .	Zwei Ordnungen; Nelkenfarbe gut.	Bläulichgrau.
Holzöl.	Drei gute Farbenordnungen. Erste Nelkenfarbe und erstes Blau schön. Erste Gränze von Nelkenfarbe und Blau schliefst bei 65°.	Bläulichgrau, schwächer b. grofsen Incidenzen.
Bernsteinöl. . .	Zwei vortreffliche Farbenordnungen. Erste Gränze von Nelkenfarbe und Blau bei 65°. Bei Wärme verschönert.	Blafsblau, sehr schwach b. grofsen Incidenzen.
Rhodiumöl. . .	Drittehalb gute Perioden. Erste Gränze bei 65°. Erwärmung verschlechtert sie.	Gelblich-weifs.
Syrup.	Bei 50° F. drei Ordnungen, die nicht gut, besonders die Nelkenfarbe der ersten und das Blau der zweiten Ordnung. Bei Wärme drei schöne Ordnungen mit Perioden, wie beim Ricinusöl *).	Gelblich-weifs.
Schwefelbalsam. .	Drei schöne Ordnungen. Erste Gränze von Nelkenfarbe und Blau bei etwa 67°.	Schwaches Grau, schwächer und blauer bei grofsen Incidenzen.
Honig.	Zwei ziemlich gute Ordnungen. Erste Gränze bei etwa 65°.	Schwach gelblich-weifs.
Angelicaöl. . .	Drittehalb Ordnungen. Erste Nelkenf. u. erstes Blau schön; zweites Roth gut.	Weifslich-gelb.
Muscatennufsöl. .	Drei nicht sehr helle Ordnungen. Erste Gränze bei 73°.	Weifslich-gelb.

*) Der hiezu angewandte Syrup hatte eine schwächere Brechkraft als das Prisma *A*.

Namen der Oele.	Bild auf der Fläche des Prisma's *A.*	Bild auf der Fläche des Prisma's *B.*
Majoranöl. . . .	Bei niederen Temperaturen die Ordnungen kaum wahrnehmbar, nur die zweite Gränze sichtbar. Bei Wärme erscheint die zweite Gränze bei geringerer Incidenz, und die erste bei 79°.	Weiſslich-gelb.
Ricinusöl. . . .	S. Seite 34.	
Isoppöl. . . .	Farben sehr schwach. Bei Wärme drei gute Ordnungen. Erste Gränze b. 77°.	Weiſslich-gelb.
Bockshornöl. . .	Farben etwas besser als beim Isoppöl. Bei Wärme drei gute Farbenordnungen. Erste Gränze bei 75°.	Weiſslich-gelb.
Kümmelöl. . . .	Zwei Ordnungen, nicht gut.	Weiſslich-gelb.
Thymianöl. . .	Schwache Farben. Bei Wärme zwei gute Ordnungen.	Gelblich-weiſs.
Therpentinöl. . .	Zwei mäſsig gute Ordnungen. Erste Gränze bei 74°.	Weiſslich-gelb.
Cajeputöl. . . .	Zwei mäſsig gute Ordnungen. Erstes Roth schlecht, zweites gut.	Gelblich-weiſs.
Leinsaamenöl. .	Zwei sehr schwache Ordnungen: bei Wärme drei gute. Erste Gränze bei 73°.	Gelblich-weiſs.
Thran.	Drei sehr gute Ordnungen. Erstes Roth und erstes Blau vortrefflich. Erste Gränze bei 73°. Erwärmung verschlechtert die erste Ordnung.	Gelblich-weiſs.
Sadebaumöl . .	Fast keine Farben; beide Bilder gelblich, das von *B* das hellste. Bei Wärme drei Ordnungen. Erste Gränze bei 80°, in gröſserer Wärme bei 75°.	Gelblich-weiſs.
Flöhkrautöl . .	Fast keine Farben. In der Kälte eine Art bläulichen Grau's. Bei 90° F. zwei gute Ordnungen, gröſsere Wärme verschlechtert sie.	Gelblich-weiſs.
Mandelöl. . . .	Drei erträgliche Ordnungen. Erstes Roth schlecht, zweites Roth gut.	Gelblich-weiſs.
Macisöl. . . .	In der Kälte $3\frac{1}{4}$ Ordnungen. Erste Gränze bei 80°. — Wenn das Oel zu krystallisiren anfängt, giebt es rothe, blaue und grünliche Farben, bei gleicher Incidenz, an verschiedenen Stellen.	Ziemlich hell.

Namen der Oele.	Bild auf der Fläche des Prisma's *A*.	Bild auf der Fläche des Prisma's *B*.
Frauenmünzöl.	Sehr schwache Farbe. Bei Wärme 3 gute Ordnungen. Erste Gränze b. etwa 77°	Gelblich b. grofs. Kneid.
Citronenöl.	Drei schöne Ordnungen. Erste Gränze bei 74° Wärme zerst. die erste Ordnung.	Gelblich-weifs.
Dillöl.	2 Ordnung. schwacher Farben. Erste Gränze b. 73° Wärme verschönert sie.	Gelblich-weifs.
Pfeffermünzöl.	2 gute Ordnungen. Erste Gränze b. 73°. Wärme zerstört die erste Ordnung.	Gelblich-weifs.
Rübsenöl.	2 sehr schwache Ordn. Erste Gränze b. 65°, wenn sie durch Wärme verschön. sind.	Bläulich-grau.
Persische Naphtha.	3 sehr gute Ordnungen.	Weifs.
Bergamottöl.	3 sehr schöne Ordnung. Erste Gränze b. 73°. Hitze verschlechtert die erste Ordnung.	Gelblich-weifs.
Bucheckernöl.	3 vortreffliche Ordnungen und gut begränzt. Erste Gränze bei 73°. Wärme verschlechtert die erste Ordnung.	Gelblich-weifs.
Wallrathöl.	2 erträgliche Ordnungen. Erstes Roth und Blau schlecht, zweites Roth und Blau gut. Erste Gränze bei 73°.	Gelblich-weifs.
Olivenöl.	3 gute Ordnungen. Erste Gränze bei 73°.	Weifslich-gelb;
Rofsmarinöl.	2 und mehrere gute Ordnungen. Erste Gränse bei 73°.	Weifslich-gelb.
Pappelöl.	3 vortreffl. Ordnungen. Erste Gränze bei 73°. Hitze verschlecht. d. Farben.	Gelblich-weifs.
Lavendelöl.	3 gute Ordnungen. Erstes Roth u. erstes Blau sehr schön. Erste Gränze bei 74°.	Gelblich-weifs.
Kamillenöl.	2 gute Perioden. Erste Gränze bei etwa 60°.	Hell gelblich-weifs.
Wermuthöl.	3 gute Perioden. Erste Gränze bei 71°, aber nicht scharf begränzt.	Gelblich-weifs.
Salzsäure.	Spuren von Farben.	Gelblich-weifs.
Schwefelsäure.	2 ziemlich gute Ordnungen.	Gelblich-weifs.
Gläserne Feuchtigkeit eines Schellfischauges.	Spuren von Farben.	Hell.
Buchsbaumöl.	Keine Farben.	Hell.
Alkohol.	Spuren von röthlich-, bläulich- und grünlich-gelben Farben.	Hell.
Wasser.	Spuren von Farben.	Hell.

Die in dieser Tafel angeführten Versuche *) können in zwei Klassen getheilt werden: 1) in die, welche das Daseyn zurückwerfender Kräfte an der Gränze von Mitteln mit gleicher Brechkraft erweisen, und 2) in die, bei denen periodische Farben an den Gränzen von besondern Glassorten und verschiedenen Flüssigkeiten oder weichen Körpern hervorgebracht werden.

Aus der ersten dieser Klassen von Thatsachen lassen sich folgende Schlüsse herleiten:

1) Die zurückwerfenden und brechenden Kräfte folgen in Mitteln von gleicher Brechkraft nicht demselben Gesetze. Diefs Resultat geht deutlich aus den Versuchen mit dem Prisma *B* hervor, welches keine Farbenordnungen hervorbringt. Bei völligem Gleichgewicht zwischen den entgegengesetzten Brechkräften entstand nicht nur ein starker reflectirter Strahl, sondern auch es zeigte sich selbst keine Annäherung zum Verschwinden, als die Kräfte ihrem Compensationspunkt entgegen gingen. Dasselbe Resultat wurde mit einem frisch geschliffenen und polirten Prisma erhalten.

2) Die Kraft, welche Reflexion erzeugt, variirt in verschiedenen Körpern nach einem verschiedenen Gesetz. Wenn die Curve, welche das Gesetz der zurückwerfenden Kraft ausdrückt, für das Prisma *B* genau dieselbe wäre, wie für die mit diesem Prisma combinirten Flüssigkeiten, dann würden die Ordinaten, welche die Intensität der Kraft an irgend einem Punkt ausdrücken, genau einander gleich seyn, und folglich würde zwischen den entgegengesetzten Kräften ein vollkommnes Gleichgewicht

*) Diese Versuche sind auch auf eine grofse Zahl von gemischten Oelen und auf weiche Körper, Gummiarten und Harze, combinirt mit den Prismen *A* und *B*, ausgedehnt worden. Ich habe auch diese Prismen durch andere Glassorten ersetzt und ähnliche Resultate erhalten. Eben so habe ich die Erscheinungen untersucht, die an den Gränzen verschiedener Flüssigkeiten und einer grofsen Zahl von Mineralien, deren Brechkräfte zwischen denen des chromsauren Bleioxyds und Flufsspaths lagen, stattfinden.

stattfinden, und nichts von dem durchgegangenen Licht reflectirt werden. Da aber eine starke Reflexion stattfindet, wenn die entgegengesetzten Kräfte in Gleichgewicht gebracht sind, so sind wir berechtigt zu schliefsen, dafs das Gesetz der beiden Kräfte verschieden ist.

Es läfst sich denken, dafs die zurückwerfenden Kräfte in den starren und flüssigen Körpern auf verschiedene Weisen abnehmen.

1) Können sie sich bis in verschiedene Entfernungen erstrecken, und nach einem gleichen Gesetze abnehmen. Diese Relation zeigt, Fig. 3. Taf. I., wo MN die reflectirende Fläche ist, AB die Gränze der reflectirenden Kraft des starren, und CD die des flüssigen Körpers, ferner aob die Curve der reflectirenden Kraft des starren Körpers und cnd die des flüssigen. In diesem Falle kann keine Compensation der entgegengesetzten Reflexionen stattfinden, und daher wird die reflectirende Kraft innerhalb ihres ganzen Wirkungskreises zum Theil frei bleiben. Von a bis c wirkt der starre Körper mit unverminderter Kraft auf das Licht. Bei c fängt die Kraft der Flüssigkeit an, der des festen Körpers entgegenzuwirken, und die freie Kraft in irgend einer andern Linie mo ist gleich no, dem Unterschied zwischen den beiden Kräften nm, mo. In diesem Falle wird der Wirkungskreis der Reflexionskraft sich von AB bis AB' erstrekken, und eine solche Combination wird Licht zurückwerfen, ohne etwas davon zu brechen.

2) Die zurückwerfenden Kräfte können sich bis in verschiedene Entfernungen erstrecken und nach einem verschiedenen Gesetze variiren. Zwei Fälle dieser Art sieht man in Fig. 4. und 5. Taf. I.

In Fig. 4. haben die Curven, welche das Gesetz der Kräfte ausdrücken, eine gemeinschaftliche Ordinate mn, worin die Reflexionen compensirt sind; allein von a bis n waltet die Reflexionskraft des starren Körpers über die der Flüssigkeit vor, und von n bis a diese über jene.

In einer solchen Combination giebt es also zwei Reflexionssphären, von denen die eine da anfängt, wo die andere aufhört.

In Fig. 5., wo beide Curven eine gemeinschaftliche Maximum-Ordinate mb besitzen, haben wir eine Reflexionssphäre, die in a anfängt, in c ihr Maximum erreicht, und in b ihr Minimum.

3) Läſst sich denken, die Reflexionskräfte erstrekken sich bis in gleiche Entfernung und verändern sich nach verschiedenen Gesetzen. Es können hier zwei Fälle auftreten; entweder liegt das Maximum der freien Kraft in einigem Abstande von der Fläche, wie in Fig. 6., oder auf derselben, wie in Fig. 7.

Bei unsern Schlüssen über die Unabhängigkeit der Reflexions- und Refractionskräfte haben wir vorausgesetzt, daſs die letzteren in starren und flüssigen Körpern einem gleichen Gesetze folgen. Wie es scheint, giebt es kein Mittel, um zu bestimmen, ob dieſs der Fall sey oder nicht; denn der Versuch giebt nur den Totaleffect, oder die Summe aller Ordinaten, und diese können compensirt werden, wenn gleich sie nach verschiedenen Gesetzen variiren.

Es giebt jedoch eine Hypothese, in welcher die vorhergehenden Versuche mit der Annahme einer gegenseitigen Abhängigkeit der Reflexions- und Refractionskräfte vereinbart werden können. Wenn wir z. B., wie in Fig. 4. annehmen, daſs die Refractionskräfte des starren und des flüssigen Körpers denselben Gesetzen wie ihre Reflexionskräfte unterworfen sind, und daſs der absolute Effect von beiden derselbe ist; so wird dennoch Licht in der zuvor beschriebenen Weise reflectirt, obgleich die Refractionskräfte vollkommen balancirt sind, und obgleich der totale Effect einer jeden Reflexionskraft, für sich genommen, im starren und im flüssigen Körper gleich ist. Es ist höchst wahrscheinlich, daſs das Gesetz für die Refractionskraft in verschiedenen Körpern variirt, und wenn

man

man die gegenseitige Abhängigkeit der Refractions- und Reflexionskräfte einräumt, so ist durch die vorhergehenden Versuche eine Variation in dem Gesetze der Refractionskräfte für verschiedene Media erwiesen.

Im Undulationssysteme können die vorhergehenden Thatsachen durch die Annahme erklärt werden, dafs die Dichtigkeit oder die Elasticität des Aethers nahe an der Oberfläche der verschiedenen Körper verschieden sey; diese, an sich höchst wahrscheinliche Annahme, ist auch schon gebraucht worden, um bei mehreren Interferenzerscheinungen den Verlust eines Theils einer Undulation zu erklären. In solch einem Falle wird die Reflexion des Lichts bei einer Linie anfangen, wo die Dichte oder Elasticität des Aethers in dem ersten Medium sich zu ändern beginnt, und sie wird fortfahren, bis der Strahl in den Theil des zweiten Mediums eingedrungen, wo die Dichte oder Elasticität des Aethers gleichförmig ist. Nach dieser Theorie also können die vorhergehenden Thatsachen als ein Beweis von der variablen Beschaffenheit des Aethers nahe an der Oberfläche der Körper betrachtet werden, so wie als eine Bestätigung der schönen und scharfsinnigen Deduction des Dr. Young, dafs der verloren gehende Theil einer Undulation eine veränderliche, von der Natur der an einander liegenden Mittel abhängige, Function ist.

II. Wir kommen nun zur Betrachtung der zweiten Klasse von Erscheinungen oder des Daseyns von periodischen Farben an der Gränze gewisser Media von gleicher oder ungleicher Brechkraft.

Dafs die Farbenperioden, wie in allen ähnlichen Erscheinungen, aus der Interferenz zweier Portionen von Licht entspringen, läfst sich nicht in Zweifel stellen, obgleich es nicht klar ist, wie diese interferirenden Lichtbündel erzeugt werden. Nehmen wir die in Fig. 5. Taf. I. dargestellte Hypothese von reflectirenden Kräften an, so läfst sich denken, dafs das aus CD reflectirte Licht mit

dem um $C D'$ reflectirten interferirt, wodurch fast derselbe Effect hervorgebracht werden würde, als wenn $C D$, $C D'$ die Gränzen einer dünnen Platte wären. Ist diese Annahme nicht zulässig, so mögen wir die durch eine sogleich anzuführende Thatsache unterstützte Vermuthung aussprechen, dafs eine unsichtbare Schicht von anderer Brechkraft als das Tafelglas sich auf dessen Oberfläche gebildet habe.

Es giebt hier eine Erscheinung, die schon mehrmals angeführt wurde und noch einmal angeführt werden mufs, nämlich, die Abnahme der Intensität des Strahls in dem Maafse, als die Incidenz schiefer wird. Bei abermaliger Untersuchung dieser sehr auffallenden Thatsache, welche das Prisma B zeigt, obgleich es keine periodischen Farben giebt, habe ich bei einer grofsen Incidenz einen bestimmten Uebergang der Farbe aus dem bläulichen Grau in Blau bemerkt, so dafs ich nicht zweifle, dafs diese Farben zu einer langen Periode gehören, die sich langsam ihrem Minimum nähert. Diese Betrachtung führt mich zu der Annahme, dafs, bei Anwendung von Copaivabalsam oder andern Flüssigkeiten, wo die erste Ordnung bei und unter 65° endet, noch ein anderes Minimum zwischen diesem Winkel und 90° vorhanden seyn möge, durch die Intensität des reflectirten Lichtes aber unwahrnehmbar werde. Diese Vermuthung wurde bestätigt, als ich den Versuch sorgfältig mit Glaswürfeln wiederholte, und auch mit einem andern Prisma, bei welchem die einzige Farbe bei einer Incidenz von etwa 85° ein Nelkenroth, und bei kleinern Einfallswinkeln eine blaue in's Grünlichgraue fallende Schattirung war. In diesem Falle war dann nur ein Minimum bei etwa 85° vorhanden. Eine kleine Temperaturverringerung brachte dieses Minimum bis gegen 90°, eine Temperaturerhöhung aber auf geringere Incidenzen als 85°.

Obgleich es kaum zu bezweifeln steht, dafs periodische Farben mehr oder weniger in jeder Combination

von starren und flüssigen Körpern mit gleicher Brechkraft entwickelt werden, so wird doch ihre Erzeugung in Combinationen, wo viele Brechkraft uncompensirt ist, durch gewisse Veränderungen der Oberfläche des starren Körpers bedingt, deren Natur und Ursprung ich vergebens zu entdecken gesucht habe.

Da ich beobachtet hatte, daſs die Farben zuweilen weniger lebhaft wurden, wenn die Media einige Zeit in Berührung gewesen waren, und daſs verschiedene Theile einer und derselben Fläche dieselbe Farbe bei merklich verschiedenen Neigungen hervorbrachten, so nahm ich ein Prisma, welches mit Ricinusöl drei schöne Perioden gab, und nachdem ich es bis zur Weiſsgluth erhitzt hatte, schliff und polirte ich seine Flächen wieder. Es gab nun nicht mehr dieselben Perioden wie zuvor, zerlegte aber noch das weiſse Licht, welches von seiner Gränze mit Copaivabalsam reflectirt wurde, und warf einen starken Strahl von blauer Farbe zurück, selbst wenn die entgegengesetzten Refractionen vollkommen compensirt waren. Ich schliff und polirte nun eine der Flächen des erwähnten Obsidians. Auch er gab nun nicht mehr mit Copaivabalsam die früher beschriebenen Farben; allein er lieferte jetzt, in Verbindung mit Ricinusöl, mit dem er zuvor keine Farben gab, einen schön gelben Lichtbündel, und das reflectirte Licht war bei groſsen Incidenzen weiſs, und wurde gelber, so wie sich der Strahl dem Perpendikel näherte. Um auszumitteln, welche Veränderungen durch den Prozeſs des Schleifens und Polirens entstehen möchten, suchte ich eine alte Bruchfläche an einem Stück Tafelglas aus, dessen glatte Flächen schöne periodische Farben gaben, und bildete daran eine neue Bruchfläche. Die alte Fläche, die seit zehn Jahren bloſs gelegen hatte, gab die gewöhnlichen Farbenordnungen; allein die neue Fläche gab nur eine, nämlich eine hellblaue, Farbe, welche ich aber, wegen der Natur der Fläche, nicht bei groſsen oder kleinen Incidenzen untersuchen konnte.

Da diese Resultate anzudeuten schienen, daſs das Glas durch das Liegen an der Luft entweder eine Art von Incrustation erhalten, oder bis zu einer gewissen Tiefe irgend eine sehr fein zertheilte Substanz absorbirt, oder in seiner mechanischen Constitution irgend eine Veränderung erlitten hatte, so machte ich mehrere, obwohl fruchtlose, Versuche, die Natur dieser Veränderung zu ermitteln. Weder mit dem Mikroskop, noch durch sonst ein Mittel lieſs sich irgend ein Ueberzug auf der Oberfläche wahrnehmen. Ich kochte die Prismen mit Salzsäure und mit starken alkalischen Laugen; ich tauchte sie in Alkohol und rieb ihre Flächen stark; allein ich konnte ihre Wirkung auf das Licht nicht im Geringsten verändern.

Hätte sich auf der Oberfläche des Glases ein Häutchen von solcher Dicke gebildet, daſs es die periodischen Farben gegeben haben könnte, so müſste dessen Brechkraft verschieden von der des Glases gewesen seyn. Ich nahm daher ein Prisma, welches periodische Farben gab, und ein anderes von demselben Glase, welches diese Eigenschaft nicht besaſs, und ich fand, daſs sie das Licht bei genau denselben Winkeln polarisirten. Ich setzte sie dann, mit einer Zwischenlage von Cassiaöl, auf die Basis eines Flintglas-Prisma's, und fand, daſs der Winkel, bei dem sie das Licht total reflectirten, derselbe war *). Hieraus erhellte, daſs das vermuthete Häutchen in seiner Brechkraft nicht vom Glase verschieden war, und, wenn es wäre, daſs einige der Oele, mit denen es bei den vorhergehenden Versuchen im Contacte stand, eine gleiche Brechkraft gehabt, und sein Vermögen, periodische Farben zu entwickeln, zerstört haben muſsten. In der Hoffnung, dieſs Geheimniſs zu enthüllen, nahm ich zwei Prismen, geschnitten aus einer und derselben Glas-

*) Das Prisma, welches die periodischen Farben hervorbrachte, gab keine so bestimmte Gränze zwischen der partiellen und totalen Reflexion, als das andere.

platte, die mit Ricinusöl schöne periodische Farben gab. Vermittelst Schrauben brachte ich die Basen der Prismen in einen optischen Contact. Bei grofsen Incidenzen war das Licht gelb, und bei verminderter Inclination wurde der Strahl allmählig orangefarben, und beim Verschwinden tief roth; bei kleineren Einfallswinkeln war kein Licht sichtbar. Bei diesem Versuch waren die Flächen der beiden fraglichen Häutchen in optischen Contact gebracht, so dafs wir hätten Farbenordnungen haben müssen, die einem Häutchen von doppelter Dichte entsprachen.

Doch selbst die Voraussetzung eines solchen unsichtbaren Häutchens an dem Glase, liefert keine Erklärung von den glänzenden Farben, welche sich zeigen, wenn das Solidum ein krystallisirtes Mineral ist, bei dem die Farben in Beziehung zur Axe der doppelten Strahlenbrechung stehen. Dafs ein unbekanntes physikalisches Princip die Ursache aller dieser Erscheinungen sey, wird man noch wahrscheinlicher finden, wenn ich der Gesellschaft einen Aufsatz über ganz dieselben Farbenperioden übergebe, die, unter ähnlichen Einfallswinkeln, durch die Flächen von Metallen und durchsichtigen Körpern, wenn sie für sich auf das Licht wirken, hervorgebracht werden.

Die Wirkung der Oberflächen krystallisirter Körper zeigt viele merkwürdige Erscheinungen, mit deren Untersuchung ich lange beschäftigt gewesen bin. Die Resultate, zu denen ich gelangt bin, werden Gegenstand zweier Mittheilungen ausmachen. Die erste handelt von der Wirkung der Oberfläche von Körpern als einem allgemeinen mineralogischen Kennzeichen, und enthält die Beschreibung eines *Lithoskops* zur Erkennung der Mineralien. Die zweite enthält eine Untersuchung über den Einflufs der doppelt-brechenden Kräfte, auf die gewöhnlichen Kräfte, welche Licht an der Oberfläche der Körper reflectiren und polarisiren. Meine ersten Versuche über diesen Gegenstand sind in den *Philosoph. Transact.*

f. 1819 mitgetheilt; allein ich habe die Untersuchung wieder vorgenommen, und Resultate von beträchtlichem Interesse erhalten.

III. *Nachricht von einem verbesserten aplanatischen Mikroskop aus dem optischen Institut Utzschneider und Fraunhofer zu München.*

(Wir erlauben uns, diese von Hrn. Hofr. Doellinger zu München geschriebene Abhandlung hier mitzutheilen, da sie unsers Wissens nicht in den Buchhandel gekommen ist, und wir hoffen dürfen, durch die weitere Verbreitung derselben die Absichten ihres geehrten Verfassers fördern zu helfen. *P.*)

Die Forderungen, die man an ein gutes zusammengesetztes Mikroskop machen kann, sind: 1) dafs es in verschiedenen Graden vergröfsere; 2) dafs es einen so hohen Grad von Vergröfserung gewähre, als nur immer auch für die kleinsten Gegenstände gewünscht werden kann, um sich von ihrer Beschaffenheit vollständig überzeugen zu können; 3) dafs es die Gegenstände hinlänglich beleuchte, und mit angemessener Lichtstärke darstelle; 4) dafs man durch dasselbe die Ränder aller, so wie die dunklern und hellern Stellen der durchscheinenden Objecte in der vollen Schärfe und der bestimmtesten Begränzung wahrnehme; 5) dafs es die nöthigen Bequemlichkeiten beim Gebrauche darbiete.

Die bisher in dem optischen Institute Utzschneider und Fraunhofer verfertigten zusammengesetzten Mikroskope entsprechen der ersten, dritten und vierten Forderung auf eine wahrhaft bewundernswerthe Weise, und haben sich dadurch nicht allein den Beifall der Kenner erworben, sondern haben auch wohl das Verdienst, den Gebrauch der zusammengesetzten Mikroskope, bei welchen der Mangel an diesen Eigenschaften oft nur zu

fühlbar war, wieder zu Credit und in Aufnahme gebracht zu haben. Die herrlichen achromatischen Objective dieser Instrumente lassen vermöge ihrer weiten Oeffnungen eine solche Masse ungetrübten Lichts zum Auge des Beobachters gelangen, dafs man in dem Mikroskop mehr Helle, als aufser ihm anzutreffen glaubt; auf der andern Seite verhindert die Reinheit der Glasmassen und die Genauigkeit der Bearbeitung jede Zerstreuung der Strahlen, und alle Umrisse können sich auf's Bestimmteste und auf's Schärfste umgränzt dem Auge darstellen, um so mehr, als die Einrichtung des Ganzen so getroffen ist, dafs die Stärke der Vergröfserung mehr von dem Oculare, als von der Objective abhängig wird, mithin auch keine der achromatischen Linsen eine so starke Convexität zu haben braucht, dafs daraus eine die Deutlichkeit und Schärfe des Bildes merklich störende Abweichung der Lichtstrahlen entspringen könnte. Eine Einrichtung, wobei es noch aufserdem leicht wird, den Beobachter mit einem weitläuftigen Gesichtsfeld zu erfreuen. Zusammengesetzte Mikroskope, welche einfache, nicht achromatische Linsen zu Objectiven haben, können, da diese immer nur durch kleine beengte Oeffnungen dem Lichte den Durchgang gestatten, und, wo auch nur eine merklich stärkere Vergröfserung werden soll, sehr convex seyn müssen, weder diese klare Bestimmtheit des Sehens, noch diese Lichtstärke des Gegenstandes gewähren, woher es denn vorzüglich kam, dafs sich bisher die Naturforscher bewogen fanden, lieber mit einzelnen Linsen, als mit einem zusammengesetzten Mikroskope, welches so viel zu wünschen übrig liefs, und so selten Genüge leistete, ihre Beobachtungen anzustellen.

Wenn nun die Fraunhofer'schen Mikroskope hinsichtlich der Art, wie sie dreien der gestellten Forderungen entsprechen, nicht genug zu loben sind, so mufs man doch gestehen, dafs die Vergröfserungen, welche sie bewirken, nicht so stark sind, als es der Naturforscher in

manchen Fällen wünschen mufs, und dafs sie nicht alle jene Bequemlichkeiten beim Gebrauche darbieten, die man billig von einem solchen Instrumente fordern kann.

Die kleinen achromatischen Mikroskope des optischen Instituts, welche so eingerichtet sind, dafs ihr Kästchen auch zugleich als Gestell dient, vergröfsern den Durchmesser höchstens hundert Mal; mit den gröfsern Instrumenten, welchen ein höchst genau gearbeiteter Apparat zum Messen des Diameters der Objecte zur nicht geringen Zierde gereicht, erlangt man, als höchste, eine Linear-Vergröfserung von 140 bis 150 Mal. Obwohl nun in gar vielen Fällen weder der wissenschaftliche Naturforscher noch der Dilettant eine stärkere Vergröfserung, als die angegebenen sind, zu wünschen und anzuwenden haben mögen, auch gar viele mikroskopische Objecte keine höhern vertragen; so kommen doch auch wieder andere Fälle genug vor, wo diese Vergröfserung als ungenügend erscheint, und eine viel weiter getriebene Bedürfnifs wird. Man kann annehmen, dafs eine Vergröfserung des Durchmessers von 250 Mal die Gränze sey, bis wohin sich die Möglichkeit, etwas Neues an irgend einem Gegenstand, der zu einer solchen Vergröfserung geeignet ist, durch das Mikroskop zu sehen, erstrecke. Ueber diese Vergröfserung hinaus wird Niemand mehr etwas an einem Gegenstand entdecken, was er durch sie nicht schon wahrgenommen hätte. Von einer Linearvergröfserung von 300 Mal läfst sich also mit voller Bestimmtheit erwarten, dafs man mit ihr alles, was das Mikroskop an einen Gegenstand zur sinnlichen Anschauung bringen kann, vollständig und hinlänglich deutlich erkennen werde; man mag also auch wohl von einem allseitig brauchbaren Mikroskope fordern, dafs es eine solche Vergröfserung ohne Verlust der Lichtstärke und der unbedingt nothwendigen Bestimmtheit leiste. Inzwischen obgleich Niemand hoffen kann, über eine Vergröfserung von 300 Mal hinaus noch etwas Neues zu

finden, so kann es doch geschehen, dafs man das auf solche Weise Erblickte gerne noch gröfser sehen möchte, um sich von seiner Gestalt, von der Zahl und den Verhältnissen seiner unterscheidbaren Theilchen, wohl auch, unter gewissen Umständen, von den Veränderungen, welche mit und an ihm während des Beschauens vorgehen, auf's Vollständigste zu überzeugen; so dafs für einen Naturforscher, welchem es um vollständige und allseitige Beobachtung zu thun ist, es immer erwünscht seyn mufs, ein Mikroskop zu besitzen, welches ihm eine Linearvergröfserung von 500 Mal gewähren kann.

Was die Bequemlichkeit betrifft, welche man bei dem ohnehin anstrengenden und alle Aufmerksamkeit ansprechenden Gebrauche des Mikroskops mit so vielem Rechte fordert, so ist darüber Mannigfaltiges zu bemerken; denn wenn auch hiebei Einiges von individuellen Ansichten abhängen mag, und der fortgesetzte Gebrauch eines Instruments am Besten über kleine Vortheile und Kunstgriffe belehrt, so giebt es doch eben so auch allgemeine Rücksichten bei der Einrichtung des Mechanismus, welche unmittelbar aus der Natur des Instrumentes und seines Zweckes folgen, und welche Jedem beim Gebrauche desselben zusagen müssen; so dafs sich also wohl auch darüber sprechen läfst.

Gewöhnlich steht der Körper der zusammengesetzten Mikroskope senkrecht, während der Objectenträger in horizontaler Lage ist; eine Vorrichtung, aus welcher zu viele Vortheile entspringen, als dafs sie nicht die allgemeine hätte werden müssen; die Richtung, in welcher sich der Objectentisch befindet, gestattet nicht allein den Objecten überhaupt eine gesicherte Lage, sondern macht auch möglich, dafs Flüssiges eben so gut wie Festes gleich bequem untergebracht werden kann; dabei wird es leicht, den Gegenstand zweckmäfsig zu beleuchten; ist das Object opak, so fällt entweder so viel Licht vom hellen Himmel auf dasselbe ein, als man bedarf, oder man kann

rungen, welche nur immer an ein zusammengesetztes Mikroskop gemacht werden können, auf's Vollkommenste Genüge gethan sey.

Behufs der Verstärkung der Vergröfserungen verfertigt nun Hr. Merz (welcher gegenwärtig an des verewigten Fraunhofer's Stelle das optische Institut leitet) ein achromatisches Objectiv von nicht ganz einem halben Zoll Brennweite, welches den bisher den Fraunhofer'schen Mikroskopen beigegebenen Objectiven, deren letztes $\frac{2}{3}$ Zoll Brennweite hat, als No. 5. hinzugefügt wird; und dann wird die Fassung dieser Objective so eingerichtet, dafs man ihrer mehrere an einander schrauben, und so combinirt als ein einzelnes Objectiv gebrauchen kann. In der Wiener Zeitschrift für Physik und Mathematik (Bd. 5. Heft 1.) hat Hr. Prof. v. Ettingshausen die Vortheile gezeigt, welche aus der Combination mehrerer achromatischen Linsen zu einem Objective sowohl für die Stärke der Vergröfserung, als auch für die Deutlichkeit und Schärfe des Bildes hervorgehen; Vortheile, welche Jedem, welcher sich mit mikroskopischen Beobachtungen beschäftigt, so auffallend erscheinen müssen, dafs er nicht umhin kann, diese Vorrichtung zu den glücklichsten Verbesserungen, deren das zusammengesetzte Mikroskop fähig seyn mag, zu rechnen.

Um die horizontale Stellung auf die vortheilhafteste Weise zu erhalten, ist der Körper des Mikroskops in zwei Hälften getheilt. Die eine Röhre, an deren unterem Ende das Objectiv befestigt wird, bleibt in der gewöhnlichen verticalen Richtung stehen, und nimmt an ihrer oberen Mündung ein Reflexionsprisma auf, und dieses ist genau so gestellt, dafs es unter einem rechten Winkel das von dem Objective empfangene Bild reflectirt. Die so reflectirten Lichtstrahlen gelangen nun durch die zweite Röhre, welche an dem Hälter des Prisma in horizontaler Lage mit dem hintern Ende angeschraubt

wird, auf den Brennpunkt des an dem vordern Ende der Röhre befestigten Oculars.

Der Gedanke, statt des wenig brauchbaren Hohlspiegels Behufs der horizontalen Stellung ein Reflexionsprisma anzuwenden, bietet sich so leicht dar, und verspricht, da starke Vergröfserungen durch dioptrische Mittel leichter als durch catoptrische zu erhalten sind, so grofse Vortheile, dafs es nicht wundern kann, wenn man von mehreren Seiten zugleich auf diese Weise die zusammengesetzten Mikroskope einzurichten verfallen ist. So findet man nun auch in Dingler's polytechnischem Journal, Bd. 32. Heft 4., die Beschreibung und Abbildung einer Einrichtung, die Hr. Amici seinem Mikroskope gegeben hat, wobei wir die gröfste Achnlichkeit mit jener, von welcher hier die Rede ist, antreffen. Inzwischen liegt doch der Einrichtung unseres Mikroskopes eine andere Absicht, als die des Hrn. Amici gewesen ist, zum Grunde. Dieser berühmte Physiker war nämlich nur darauf bedacht, dem Körper des Instrumentes eine horizontale Lage zu geben, und diese als die allein brauchbare zu fixiren; Hr. Merz aber wollte es in die Willkühr des Beobachters stellen, auf welche Weise er das Mikroskop gebrauchen wolle, und es sollte gleich möglich seyn, bei horizontaler wie bei verticaler Stellung des Körpers Beobachtungen anzustellen; denn, wenn man bedenkt, dafs die Glasmasse doch einiges Licht absorbirt, und dafs die Verfertigung eines guten Reflexionsprisma sehr grofsen Schwierigkeiten unterliegt, so scheint es nothwendig zu seyn, den Beobachter in den Stand zu setzen, dafs er die Güte des Prisma selbst prüfen könne; er wird sich aber bald überzeugen, ob und wie viel das eingesetzte Reflexionsprisma der Klarheit und Deutlichkeit schade, wenn er es weglassen und ohne dasselbe den übrigen mikroskopischen Apparat benutzen kann. Hiezu kommt noch, dafs die Genauigkeit der Beobach-

tungen, insbesondere solcher, an denen der Wissenschaft gelegen ist, es fordert, dafs der eine und derselbe Gegenstand nicht allein unter verschiedenen Vergröfserungen, sondern auch, so viel es möglich ist, bei verschiedenen Vorrichtungen des mikroskopischen Apparats betrachtet werde. Bedient sich der Beobachter unseres Mikroskopes so, dafs er unmittelbar auf die senkrecht stehende, verhältnifsmäfsig kurze Röhre des Ocular aufsetzt, so gewinnt er ungemein an Lichtstärke, obgleich die Vergröfserungen hiebei verhältnifsmäfsig weniger stark seyn können. Auf diese an und für sich senkrecht stehende Röhre kann er aber auch mit Weglassung des Reflexionsprisma, also in derselben verticalen Richtung, den zweiten Theil des Körpers mit dem Oculare aufschrauben, womit zwar die Vergröfserungen viel an Stärke gewinnen, doch aber auch, weil sich auf dem längeren Wege das Licht mehr zerstreuen kann, die Lichtstärke ein wenig leiden mufs. Durch die Einsetzung des Reflexionsprisma wird der Körper des Mikroskops noch mehr verlängert; dadurch, und wohl durch das Prisma selbst, welchem ohnehin eine absolute Vollkommenheit zu verleihen keine menschliche Kraft vermag, wird eine Lichtzerstreuung hervorgebracht, die leicht stärker seyn kann, als es der Sicherheit sehr feiner Beobachtungen zuträglich seyn möchte. Ist aber einmal der Naturforscher mit seinem Gegenstand durch den einfachern und damit sichern Apparat bekannt und vertraut geworden, so wird er sich durch die kleinen Mängel, welche von der Complication seines Instruments unzertrennlich sind, nicht stören lassen, und die ihm vielleicht etwas unklar vorschwebenden Bilder bald zu deuten verstehen. Auf alle Fälle ist mit der besagten Vorrichtung dem Forscher ein leichtes und bequemes Mittel an die Hand gegeben, seine Beobachtungen mit demselben Instrumente durch leicht zu bewerkstelligende Abänderungen selbst zu controlliren, womit gewifs jedem Beob-

:hter, dem es um genaue und sichere Erfahrung zu thun t, ein erwünschter Dienst geleistet wird.

Da man sich schmeicheln konnte, in Erfüllung der nsprüche, welche man an ein zusammengesetztes Mi-roskop in Beziehung auf seine wesentlichsten Eigenschaf-n machen kann, glücklich genug gewesen zu seyn; so ng nun die dritte Sorge dahin, dem Beobachter auch lle jene Bequemlichkeiten zu verschaffen, welche er beim nbringen, Richten und Beleuchten der verschiedenen Ob-:cte wünschen wird. Zu dem Ende ist der Objecten-:äger so eingerichtet, dafs man Festes und Flüssiges sicher tellen, alle Arten Schieber einbringen, von vorne und ur Seite einschieben und richten mag; ein hinlänglich rofser Hohl- und Plan-Spiegel und ein reines convexes ;las bewirken, jene bei durchscheinenden, dieses bei un-lurchsichtigen Objecten, deren Beleuchtung von unten ınd oben, und sind selbst in jeder Richtung leicht be-weglich. Die Bewegung, wodurch der Körper des In-strumentes und der Gegenstand je nach der verschiede-nen Brennweite des Objectives, nach der Stärke des Ocu-lars, nach der Länge der Röhre und der Sehkraft des Beobachters, einander genähert oder von einander ent-fernt werden sollen, ist von zweierlei Art, entweder eine schnellere, die sich auf die Brennweite des Objectives be-zieht, welches man gewählt hat, und durch welche mehr ein plötzliches Verrücken des Körpers oder des Objec-tentisches oder beider so hervorgebracht werden kann, dafs jedes nach geschehener Verschiebung in der gegebe-nen Richtung wieder festgestellt bleibt; oder sie ist eine langsamere, zartere, und die feinsten Bestimmungen der Richtung bezweckende Bewegung, welche beim Beob-achten des Gegenstandes selbst, wenn schon das Auge am Oculare ruht, gegeben wird, und nur allein durch eine höchst genaue Mikrometerschraube hervorgebracht werden kann, eine Weise, die Bewegung zu regieren,

welche um so dringenderes Bedürfnifs wird, je stärkere Vergröfserung das Instrument gewährt. Man hat bei unserm Mikroskope mit Hinsicht auf die gröfste Bequemlichkeit die Einrichtung getroffen, dafs sowohl der Objectenträger, als auch die Röhre plötzlich verschoben und in jede Lage, welche ihnen gegen einander gegeben wird, leicht wieder befestigt werden können, dabei ist der Objectentisch noch insbesondere durch die an ihm angebrachte Mikrometerschraube auf's Leiseste bewegbar. Dem Körper des Mikroskops wurde neben dem Objectentische noch insbesondere die Beweglichkeit gegeben, damit der Beobachter nach seiner Bequemlichkeit ihn höher oder niederer stellen könne, um sich damit theils nach seiner eigenen Körpergröfse, theils nach der Höhe des Tisches, worauf das Instrument gestellt wird, zu richten; beim Gebrauche des Instruments wird übrigens Jeder sich am besten überzeugen, dafs es bei so vieler Beweglichkeit an Dauerhaftigkeit und Festigkeit gar nichts eingebüfst hat.

Das Wechseln der Objective hat, man mag sie anbringen wie man will, immer grofse Schwierigkeiten und fordert vieles Bewegen; selbst die unter allen bequemste Art, die Objective zum leichten Wechsel einzurichten, nach welcher sie in eine drehbare an das untere Ende des Tubus angeschraubte Scheibe am Rande herumgestellt werden, so dafs durch das Drehen der Scheibe ein jedes der vorräthigen Objective in die Mitte der Röhre gebracht werden kann, hat ihre Beschwernisse: denn die Bewegung, welche gemacht werden mufs, um jedesmal das Object in den Brennpunkt der neuen Linse zu bringen, ist immer noch grofs genug, um zu stören; dann erschwert auch die grofse Scheibe, denn wenn die Objective achromatisch sind, so erfordern ihrer fünfe wahrlich eine grofse Scheibe, das Beschauen opaker Gegenstände, indem sie immer dem allseitigen Auffallen des Lichtes hinderlich ist; und endlich sind die durch die Combination mehrerer Linsen gewonnenen Objective, ohne

we-

welche kein gutes Mikroskop mehr seyn kann, durchaus zu dieser Vorrichtung unpassend. Unser Instrument läfst mit demselben Objective, also bei bleibender Hauptrichtung, eine Reihe Vergröfserungen in steigender und sinkender Proportion leicht zu, denn aufserdem, dafs es dem Beobachter frei steht, sich des kurzen oder des verlängerten Tubus zu bedienen, so sind auch mehrere Oculare von verschiedener Stärke beigegeben, wodurch es möglich wird, dafs ihm für denselben Gegenstand bei demselben Objective vielerlei Grade der Vergröfserung zu Gebote stehen, ohne dafs eine andere Bewegung nothwendig wird, als jene zarte des Objectentisches, welche mit der Mikrometerschraube gegeben wird. Wer sich nur einigermafsen mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigt, weifs bald, welches Objectiv er für einen bestimmten Gegenstand, oder zu der Erfüllung einer besonderen Absicht anwenden soll, und hat er sich einmal hierüber entschieden, so kann er mit der gröfsten Gemächligkeit so vielerlei Vergröfserungen durch den Wechsel der Oculare in Anwendung bringen, dafs er die Beobachtung vollkommen erschöpft. Bei diesen Verhältnissen offenbart sich die ausnehmende Güte der Fraunhoferschen achromatischen Linsen auf das allerdeutlichste, denn nicht leicht möchte es aüfser ihnen welche geben, die so vielerlei Wechsel der Oculare und der Röhrenlänge vertrügen bei immer gleichbleibender Deutlichkeit und Schärfe, als diese preiswürdigen Gläser.

Von welcher Wichtigkeit die Beleuchtung der Gegenstände sey, welche unter das Mikroskop gebracht werden, ist jedem Kenner sattsam bekannt, so wie man weifs, dafs gerade in Beziehung auf diesen Umstand von Anfängern die meisten Fehler begangen werden. Die Gläser des Utzschneider-Fraunhofer'schen Instituts sind so hell und klar, dafs man leicht im Staude ist, an einem trüben Regentage mikroskopische Untersuchungen aller Art mit Instrumenten aus diesem Institute anzustellen, ja

welche um so dringenderes Bedürfnifs wird, je stärkere Vergröfserung das Instrument gewährt. Man hat bei unserm Mikroskope mit Hinsicht auf die gröfste Bequemlichkeit die Einrichtung getroffen, dafs sowohl der Objectenträger, als auch die Röhre plötzlich verschoben und in jede Lage, welche ihnen gegen einander gegeben wird, leicht wieder befestigt werden können, dabei ist der Objectentisch noch insbesondere durch die an ihm angebrachte Mikrometerschraube auf's Leiseste bewegbar. Dem Körper des Mikroskops wurde neben dem Objectentische noch insbesondere die Beweglichkeit gegeben, damit der Beobachter nach seiner Bequemlichkeit ihn höher oder niederer stellen könne, um sich damit theils nach seiner eigenen Körpergröfse, theils nach der Höhe des Tisches, worauf das Instrument gestellt wird, zu richten; beim Gebrauche des Instruments wird übrigens Jeder sich am besten überzeugen, dafs es bei so vieler Beweglichkeit an Dauerhaftigkeit und Festigkeit gar nichts eingebüfst hat.

Das Wechseln der Objective hat, man mag sie anbringen wie man will, immer grofse Schwierigkeiten und fordert vieles Bewegen; selbst die unter allen bequemste Art, die Objective zum leichten Wechsel einzurichten, nach welcher sie in eine drehbare an das untere Ende des Tubus angeschraubte Scheibe am Rande herumgestellt werden, so dafs durch das Drehen der Scheibe ein jedes der vorräthigen Objective in die Mitte der Röhre gebracht werden kann, hat ihre Beschwernisse: denn die Bewegung, welche gemacht werden mufs, um jedesmal das Object in den Brennpunkt der neuen Linse zu bringen, ist immer noch grofs genug, um zu stören; dann erschwert auch die grofse Scheibe, denn wenn die Objective achromatisch sind, so erfordern ihrer fünfe wahrlich eine grofse Scheibe, das Beschauen opaker Gegenstände, indem sie immer dem allseitigen Auffallen des Lichtes hinderlich ist; und endlich sind die durch die Combination mehrerer Linsen gewonnenen Objective, ohne

we[illegible]

welche kein gutes Mikroskop mehr seyn kann, durchaus zu dieser Vorrichtung unpassend. Unser Instrument läfst mit demselben Objective, also bei bleibender Hauptrichtung, eine Reihe Vergröfserungen in steigender und sinkender Proportion leicht zu, denn aufserdem, dafs es dem Beobachter frei steht, sich des kurzen oder des verlängerten Tubus zu bedienen, so sind auch mehrere Oculare von verschiedener Stärke beigegeben, wodurch es möglich wird, dafs ihm für denselben Gegenstand bei demselben Objective vielerlei Grade der Vergröfserung zu Gebote stehen, ohne dafs eine andere Bewegung nothwendig wird, als jene zarte des Objectentisches, welche mit der Mikrometerschraube gegeben wird. Wer sich nur einigermafsen mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigt, weifs bald, welches Objectiv er für einen bestimmten Gegenstand, oder zu der Erfüllung einer besonderen Absicht anwenden soll, und hat er sich einmal hierüber entschieden, so kann er mit der gröfsten Gemächligkeit so vielerlei Vergröfserungen durch den Wechsel der Oculare in Anwendung bringen, dafs er die Beobachtung vollkommen erschöpft. Bei diesen Verhältnissen offenbart sich die ausnehmende Güte der Fraunhoferschen achromatischen Linsen auf das allerdeutlichste, denn nicht leicht möchte es aufser ihnen welche geben, die so vielerlei Wechsel der Oculare und der Röhrenlänge vertrügen bei immer gleichbleibender Deutlichkeit und Schärfe, als diese preiswürdigen Gläser.

Von welcher Wichtigkeit die Beleuchtung der Gegenstände sey, welche unter das Mikroskop gebracht werden, ist jedem Kenner sattsam bekannt, so wie man weifs, dafs gerade in Beziehung auf diesen Umstand von Anfängern die meisten Fehler begangen werden. Die Gläser des Utzschneider-Fraunhofer'schen Instituts sind so hell und klar, dafs man leicht im Stande ist, an einem trüben Regentage mikroskopische Untersuchungen aller Art mit Instrumenten aus diesem Institute anzustellen, ja

welche um so dringenderes Bedürfnifs wird, je stärkere Vergröfserung das Instrument gewährt. Man hat bei unserm Mikroskope mit Hinsicht auf die gröfste Bequemlichkeit die Einrichtung getroffen, dafs sowohl der Objectenträger, als auch die Röhre plötzlich verschoben und in jede Lage, welche ihnen gegen einander gegeben wird, leicht wieder befestigt werden können, dabei ist der Objectentisch noch insbesondere durch die an ihm angebrachte Mikrometerschraube auf's Leiseste bewegbar. Dem Körper des Mikroskops wurde neben dem Objectentische noch insbesondere die Beweglichkeit gegeben, damit der Beobachter nach seiner Bequemlichkeit ihn höher oder niederer stellen könne, um sich damit theils nach seiner eigenen Körpergröfse, theils nach der Höhe des Tisches, worauf das Instrument gestellt wird, zu richten; beim Gebrauche des Instruments wird übrigens Jeder sich am besten überzeugen, dafs es bei so vieler Beweglichkeit an Dauerhaftigkeit und Festigkeit gar nichts eingebüfst hat.

Das Wechseln der Objective hat, man mag sie anbringen wie man will, immer grofse Schwierigkeiten und fordert vieles Bewegen; selbst die unter allen bequemste Art, die Objective zum leichten Wechsel einzurichten, nach welcher sie in eine drehbare an das untere Ende des Tubus angeschraubte Scheibe am Rande herumgestellt werden, so dafs durch das Drehen der Scheibe ein jedes der vorräthigen Objective in die Mitte der Röhre gebracht werden kann, hat ihre Beschwernisse: denn die Bewegung, welche gemacht werden mufs, um jedesmal das Object in den Brennpunkt der neuen Linse zu bringen, ist immer noch grofs genug, um zu stören; dann erschwert auch die grofse Scheibe, denn wenn die Objective achromatisch sind, so erfordern ihrer fünfe wahrlich eine grofse Scheibe, das Beschauen opaker Gegenstände, indem sie immer dem allseitigen Auffallen des Lichtes hinderlich ist; und endlich sind die durch Combination mehrerer Linsen gewonnenen Objective, ohne

wel-

welche kein gutes Mikroskop mehr seyn kann, durchaus zu dieser Vorrichtung unpassend. Unser Instrument läfst mit demselben Objective, also bei bleibender Hauptrichtung, eine Reihe Vergröfserungen in steigender und sinkender Proportion leicht zu, denn aufserdem, dafs es dem Beobachter frei steht, sich des kurzen oder des verlängerten Tubus zu bedienen, so sind auch mehrere Oculare von verschiedener Stärke beigegeben, wodurch es möglich wird, dafs ihm für denselben Gegenstand bei demselben Objective vielerlei Grade der Vergröfserung zu Gebote stehen, ohne dafs eine andere Bewegung nothwendig wird, als jene zarte des Objectentisches, welche mit der Mikrometerschraube gegeben wird. Wer sich nur einigermafsen mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigt, weifs bald, welches Objectiv er für einen bestimmten Gegenstand, oder zu der Erfüllung einer besonderen Absicht anwenden soll, und hat er sich einmal hierüber entschieden, so kann er mit der gröfsten Gemächligkeit so vielerlei Vergröfserungen durch den Wechsel der Oculare in Anwendung bringen, dafs er die Beobachtung vollkommen erschöpft. Bei diesen Verhältnissen offenbart sich die ausnehmende Güte der Fraunhoferschen achromatischen Linsen auf das allerdeutlichste, denn nicht leicht möchte es aüfser ihnen welche geben, die so vielerlei Wechsel der Oculare und der Röhrenlänge vertrügen bei immer gleichbleibender Deutlichkeit und Schärfe, als diese preiswürdigen Gläser.

Von welcher Wichtigkeit die Beleuchtung der Gegenstände sey, welche unter das Mikroskop gebracht werden, ist jedem Kenner sattsam bekannt, so wie man weifs, dafs gerade in Beziehung auf diesen Umstand von Anfängern die meisten Fehler begangen werden. Die Gläser des Utzschneider-Fraunhofer'schen Instituts sind so hell und klar, dafs man leicht im Stande ist, an einem trüben Regentage mikroskopische Untersuchungen aller Art mit Instrumenten aus diesem Institute anzustellen, ja

welche um so dringenderes Bedürfnifs wird, je stärkere Vergröfserung das Instrument gewährt. Man hat bei unserm Mikroskope mit Hinsicht auf die gröfste Bequemlichkeit die Einrichtung getroffen, dafs sowohl der Objectenträger, als auch die Röhre plötzlich verschoben und in jede Lage, welche ihnen gegen einander gegeben wird, leicht wieder befestigt werden können, dabei ist der Objectentisch noch insbesondere durch die an ihm angebrachte Mikrometerschraube auf's Leiseste bewegbar. Dem Körper des Mikroskops wurde neben dem Objectentische noch insbesondere die Beweglichkeit gegeben, damit der Beobachter nach seiner Bequemlichkeit ihn höher oder niederer stellen könne, um sich damit theils nach seiner eigenen Körpergröfse, theils nach der Höhe des Tisches, worauf das Instrument gestellt wird, zu richten; beim Gebrauche des Instruments wird übrigens Jeder sich am besten überzeugen, dafs es bei so vieler Beweglichkeit an Dauerhaftigkeit und Festigkeit gar nichts eingebüfst hat.

Das Wechseln der Objective hat, man mag sie anbringen wie man will, immer grofse Schwierigkeiten und fordert vieles Bewegen; selbst die unter allen bequemste Art, die Objective zum leichten Wechsel einzurichten, nach welcher sie in eine drehbare an das untere Ende des Tubus angeschraubte Scheibe am Rande herumgestellt werden, so dafs durch das Drehen der Scheibe ein jedes der vorräthigen Objective in die Mitte der Röhre gebracht werden kann, hat ihre Beschwernisse: denn die Bewegung, welche gemacht werden mufs, um jedesmal das Object in den Brennpunkt der neuen Linse zu bringen, ist immer noch grofs genug, um zu stören; dann erschwert auch die grofse Scheibe, denn wenn die Objective achromatisch sind, so erfordern ihrer fünfe wahrlich eine grofse Scheibe, das Beschauen opaker Gegenstände, indem sie immer dem allseitigen Auffallen des Lichtes hinderlich ist; und endlich sind die durch Combination mehrerer Linsen gewonnenen Objective, ohne

wel-

welche kein gutes Mikroskop mehr seyn kann, durchaus zu dieser Vorrichtung unpassend. Unser Instrument läfst mit demselben Objective, also bei bleibender Hauptrichtung, eine Reihe Vergröfserungen in steigender und sinkender Proportion leicht zu, denn aufserdem, dafs es dem Beobachter frei steht, sich des kurzen oder des verlängerten Tubus zu bedienen, so sind auch mehrere Oculare von verschiedener Stärke beigegeben, wodurch es möglich wird, dafs ihm für denselben Gegenstand bei demselben Objective vielerlei Grade der Vergröfserung zu Gebote stehen, ohne dafs eine andere Bewegung nothwendig wird, als jene zarte des Objectentisches, welche mit der Mikrometerschraube gegeben wird. Wer sich nur einigermafsen mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigt, weifs bald, welches Objectiv er für einen bestimmten Gegenstand, oder zu der Erfüllung einer besonderen Absicht anwenden soll, und hat er sich einmal hierüber entschieden, so kann er mit der gröfsten Gemächligkeit so vielerlei Vergröfserungen durch den Wechsel der Oculare in Anwendung bringen, dafs er die Beobachtung vollkommen erschöpft. Bei diesen Verhältnissen offenbart sich die ausnehmende Güte der Fraunhofer-schen achromatischen Linsen auf das allerdeutlichste, denn nicht leicht möchte es aüfser ihnen welche geben, die so vielerlei Wechsel der Oculare und der Röhrenlänge vertrügen bei immer gleichbleibender Deutlichkeit und Schärfe, als diese preiswürdigen Gläser.

Von welcher Wichtigkeit die Beleuchtung der Gegenstände sey, welche unter das Mikroskop gebracht werden, ist jedem Kenner sattsam bekannt, so wie man weifs, dafs gerade in Beziehung auf diesen Umstand von Anfängern die meisten Fehler begangen werden. Die Gläser des Utzschneider-Fraunhofer'schen Instituts sind so hell und klar, dafs man leicht im Stande ist, an einem trüben Regentage mikroskopische Untersuchungen aller Art mit Instrumenten aus diesem Institute anzustellen, ja

die gleichförmige Vertheilung des Tageslichtes, wie sie von trübenden, aber gleichförmig vertheilten Dünsten hervorgebracht wird, wirkt sehr wohlthätig; wird eine stärkere Beleuchtung Bedürfnifs, so gewährt besonders bei einer Richtung nach Norden der reine wolkenleere Himmel das angenehmste Licht. Nur unter besonderen Umständen, unter andern zum Behufe des Zeichnens oder bei sehr starken Vergröfserungen, tritt das Bedürfnifs einer stärkeren Beleuchtung ein, und in diesem Falle ist es das Beste, den Gegenstand oder den Beleuchtungsspiegel gerade der hellstrahlenden Sonne zuzukehren, und die Strahlen mit einem vor das Mikroskop gestellten Schirm von feinem, mit Oel getränktem ausgespannten Papier aufzufangen; dadurch wird die Beleuchtung bei aller Stärke doch milde und gleichförmig; auch läfst sich ihre Kraft durch das Gerade- oder Schiefstellen des Schirmes bis auf einen gewissen Grad regieren. Nur opake Gegenstände von dunkler Farbe, ebener, aber matter Fläche vertragen zuweilen, namentlich bei geringen Vergröfserungen, das frei auffallende Sonnenlicht. Ueberhaupt sind die Fraunhofer'schen Mikroskope so eingerichtet, dafs man sehr leicht eine gute und zweckmäfsige Beleuchtung der opaken Gegenstände hervorbringen kann. Schwieriger ist es, die wahre und angemessenste Beleuchtung, welche vermöge des durchgehenden Lichtes geschehen soll, für zarte, stark durchscheinende Gegenstände zu finden. Je zarter die Gegenstände sind, desto mehr wächst die Gefahr sich zu täuschen, desto nothwendiger wird kluge Vorsicht; die Blutkörner, die Säftebewegung in den Pflanzen, die höchst zarten Streifen in den kleinsten Schüppchen an den Flügeln der Motte, die Infusionsthierchen, besonders ihre oft unbegreiflich zarten Gliedmafsen, die dünnen Häutchen, welche das vegetabilische Zellgewebe bilden u. s. w., sind Gegenstände dieser Art, bei welchen es, selbst wenn man sich einer Combination der achromatischen Linsen als Objectiv bedient, so schwer

hält, die rechte Beleuchtung zu treffen, denn leicht geht zu viel Licht durch dieselben, und man erblickt keine oder zu schwache Umrisse. In solchen Fällen ist es nothwendig, dafs der Beobachter versuchsweise sich die passende Beleuchtung ausfindig mache. Manchmal ist ein Planspiegel besser als ein Hohlspiegel, und in unserm Instrumente sind daher beide zugleich angebracht; manchmal hilft das Schiefstellen des Spiegels; oft ist es gut, das Licht nur von einer Richtung her auf den Spiegel fallen zu lassen, und es von andern Richtungen abzuhalten. In den meisten Fällen jedoch mag wohl eine an unserm Instrumente angebrachte Vorrichtung um so mehr die erspriefslichsten Dienste leisten; als es gar leicht ist, sich derselben zum Suchen und Feststellen der wahren Beleuchtung zu bedienen. Es ist nämlich eine geschwärzte, in der Mitte mit einer kleinen Oeffnung versehene Platte so angebracht, dafs sie zwischen dem Spiegel und dem Object nach Belieben eingefügt werden kann; ist sie zwischen dem Spiegel und dem Objectenträger gestellt, so fällt auf das Object nur so viel Licht, als die kleine Oeffnung, womit sie durchbohrt ist, durchläfst; nun kann die Platte mit ihrer Oeffnung leicht verschoben, dem Objecte genähert und von ihm entfernt werden. Ist die Platte möglichst nahe an dem Objecte, so ist sie, da die Oeffnung in ihr ein wenig gröfser ist, als das ausgebreitetste Sehfeld, ohne besondere Wirkung, und hemmt den Gang des Lichts, so viel als der Spiegel sendet, nur in sofern, als sie das unnützer Weise reflectirte Licht abhält. In dem Maafse aber, als die Platte vom Objecte entfernt, und dem Spiegel nahe gebracht wird, wirkt sie verdunkelnd, indem sie immer mehr die Wirkung des Spiegels beengt. Da der Beobachter während der Beobachtung des Gegenstandes die Platte in Bewegung setzen kann, so hat er es ganz in seiner Gewalt, nicht allein Versuche zu machen, um die beste Beleuchtung für sein Objectiv zu finden, sondern er kann auch jedesmal jene

Beleuchtung erhalten, wie sie der Witterung, der Lage des Himmels, der Tageszeit u. s. w. entspricht; ja die Veränderung, welche er in dem Grade der Beleuchtung vornimmt, wird ihm über manches an seinem Gegenstande aufklären, was ihm bei einer und derselben Lichtstärke, gesetzt sie wäre auch die wahre gewesen, entgangen wäre. Auch in den Amici'schen Mikroskopen ist ein den Gang des reflectirenden Lichtes abhaltendes Diaphragma zwischen dem Spiegel und dem Objecte angebracht; dieses ist aber nicht mit einer, sondern mit mehreren Oeffnungen von verschiedener Gröfse versehen. Man glaubt sich jedoch schmeicheln zu können, dafs der Absicht, welche dem Anbringen der besagten Platte zum Grunde liegen kann, durch die beschriebene Vorrichtung auf eine mehrseitig vortheilhafte Weise Genüge geschehen sey. Da es, wie Hr. Baron v. Jacquin bemerkt, nur selten vorkommt, dafs ein Gegenstand von oben und von unten zugleich beleuchtet werden soll, und da das vom Reflexionsspiegel kommende Licht das deutliche Erkennen eines durch auffallendes Licht erhellten Gegenstand offenbar hindert, so ist es gut, wenn bei Beleuchtung eines solchen Objectes dem Lichte des Spiegels aller Zugang abgeschnitten ist, eine Wirkung, welche ebenfalls unsere Platte leistet, wenn ihre Oeffnung durch den angebrachten Schieber verschlossen wird. In vielen Fällen ist die schwarze Färbung der Unterlage für das deutliche Sehen eines opaken Gegenstandes die zweckmäfsigste, und diesen Dienst leistet unsere Platte, besonders wenn der Gegenstand über der Oeffnung des Objectenträgers frei gehalten wird, oder auf eine reine Glasplatte gelegt ist. Dunkelgefärbte, opake Gegenstände müssen freilich auf eine weifse, am besten elfenbeinerne, Platte gelegt werden.

Auf der Tafel II. Fig. 8. sieht man das Instrument so dargestellt, wie es zum Hereinschauen in horizontaler Richtung dienen soll.

AA ist eine senkrecht stehende Säule von Stahl, welche auf *B* dem Fuſsgestell mit drei Füſsen *b b b*, die sich zusammenlegen lassen, fest aufruht. *CDE* der Körper. *E* ist eine senkrecht stehende Röhre, an welcher unten *F* das Objectiv eingeschraubt wird, und welche durch die Hülse *G* an der Stahlsäule beweglich ist. Die Stellschraube *G* dient zur Befestigung der gegebenen Richtung.

C die horizontal liegende Röhre, an welche bei *H* das Ocular eingeschraubt wird. In *D* ist das Reflexionsprisma enthalten; dieser Theil kann herausgenommen und auf die freigewordene Mündung der Röhre *E* entweder ein Ocular oder die Röhre *C* mit ihrem Oculare aufgeschraubt werden.

K der Objectenträger mit der Beleuchtungslinse *I* und dem Züngelchen *L*. Vermöge der Hülse *K* ist *E* beweglich. *i* Stift zum Niederdrücken des Objectenhalters, welcher durch die Federn *ll* emporgedrückt wird.

M das zwischen dem Objectenträger und dem Beleuchtungsspiegel befindliche an der Säule *mm* auf- und abschiebbare Diaphragma. *N* die beiden Beleuchtungsspiegel; *n* die Hülse, an der sie befestigt und nach allen Richtungen beweglich sind. *PP* die Mikrometerschrauben zur genausten Richtung des Objectenträgers, wenn die Hülse *n* durch die Stellschraube *o* festgestellt ist.

Auf der beigefügten Tabelle hat man eine Uebersicht mehrerer Vergröſserungen, wie selbe durch die Baron v. Jaquini'sche Methode bestimmt wurden, gegeben, welche als Beispiele, was mit dem beschriebenen Instrumente geleistet werden mag, angesehn werden können. Eigentlich sind mit unserem Mikroskope 301 verschiedene Veränderungen zu erhalten; nämlich mit 5 einzelnen Objectiven durch 3 Veränderungen der Röhre und 4 verschiedene Oculare 60; durch die 10 Combinationen von 2 achromatischen Linsen 120; eben so viel durch Combination von 3, und 1 durch die Combination von

4 Linsen: die Objective 2, 3, 4, 5 lassen sich nicht in Verbindung gebrauchen, weil sie, auch bei unserer kürzesten Röhre, die Lichtstrahlen vor dem Oculare zur Vereinigung bringen. In der Tabelle sind aufgeführt die Vergröſserungen, welche man durch den vollständigen Apparat, wenn das Reflexionsprisma eingesetzt ist, erhält, dann jene, welche der einfache senkrecht stehende Tubus, also die möglichst kurze Röhre, gewährt. Die Vergröſserungen, welche entstehen, wenn der horizontalliegende Theil auf den senkrecht stehenden Tubus auch senkrecht ohne dazwischen gebrachtes Prisma aufgesetzt wird, sind wenig von denen des vollständigen Apparates verschieden, daher wurden sie weggelassen; man kann sie übrigens leicht finden, da die Vergröſserung ohne Reflexionsprisma sich zu der mit demselben wie 21:24 verhält.

Für die beiden Röhrenlängen sind aber wieder nur die Vergröſserungen der einzelnen achromatischen Linsen, und von jenen, welche durch Combination gewonnen werden, nur zwei aufgeführt, welche sich durch Stärke, Deutlichkeit und Präcision auszeichnen.

Das Ocular No. 4. ist nicht füglich zu den vereinzelnten Objectiven zu gebrauchen, macht aber eine vorzügliche Wirkung, wenn es angewendet wird bei aus der Combination von drei Linsen entstandenen Objectiven oder bei der Combination von 1, 2, 3 und 4; daher dieses Ocular eigends in der Tafel aufgeführt wird.

Tabelle der Vergröfserungen.

Mit dem einfachen Apparat.				Mit dem vollständigen zusammengesetzten Apparat.			
	Ocular				Ocular		
	A	*B*	*C*		*A*	*B*	*C*
Objective.	Vergröfserungen.			Objective.	Vergröfserungen.		
1	12	16	22	1	23	32	42
2	20	26	36	2	38	53	70
3	31	41	56	3	60	83	110
4	39	51	70	4	75	104	135
5	66	90	121	5	126	176	231
1, 2, 3, 4	100	140	188	1, 2, 3, 4	180	240	345
3, 4, 5	125	175	235	3, 4, 5	225	300	440

Vergröfserungen durch das Ocular *D*.

Combinirte Linsen.		Combinirte Linsen.	
1, 2, 3	321	1, 2, 3	550
2, 3, 4	409	2, 3, 4	700
1, 2, 3, 4	460	1, 2, 3, 4	800
3, 4, 5	584	3, 4, 5	1000

Ein nach obiger Beschreibung verfertigtes Mikroskop wird um den Preis von 375 Gulden geliefert.

IV. *Beschreibung eines Heliostaten von neuer Einrichtung; von Hrn. Hachette.*

(*Bulletin de la Société d'Encouragement.* 25. *Ann.* (1826) *p.* 105.) *).

Unter den Instrumenten, die sich im J. 1823 auf der Ausstellung von Industrieproducten (zu Paris) befanden,

*) Wiewohl dieser Aufsatz schon einige Jahre alt ist, so habe ich doch geglaubt, ihn in den Annalen nicht übergehen zu dürfen, da noch aus dem Artikel: *Heliostat*, im N. Gehler'schen Wörterbuche zu erhellen scheint, als sey er wenig in Deutschland bekannt geworden.

zeichnete die von der Regierung ernannte Jury besonders den von Hrn. Gambey construirten Heliostaten aus, und auf deren Vorschlag erhielt dieser Künstler eine goldene Medaille und eine ehrenvolle Erwähnung sowohl für dieses Instrument, wie auch für die Boussole und das Aequatoreal, die ebenfalls in dessen Werkstätte verfertigt und von der Jury geprüft worden waren. Hr. Gambey war so gefällig mir das einzige Exemplar, welches er in Händen hatte und welches nur im Rohen fertig war, zu meiner Disposition zu stellen und mir zu erlauben, dasselbe zeichnen zu lassen. Zwei andere Heliostaten von gleicher Construction befinden sich, das eine in der Königl. Sternwarte, das andere in Collège Bourbon. Die Gelehrten, welche dieses Instrument gebraucht haben, ziehen es dem ältern Heliostaten vor, und haben den Wunsch geäufsert, dafs man es in alle physikalische Kabinette Frankreichs einführen möge.

Geschichte des Heliostaten.

Wann eigentlich der Heliostat erfunden worden, ist nicht genau bekannt. Einige schreiben die Erfindung Fahrenheit, dem Urheber der in England gebräuchlichen Thermometerskale, zu, Andere dagegen dem holländischen Professor S'Gravesande; beide Physiker waren Zeitgenossen von einander, der erste starb 1736, der andere 1742.

Bekanntlich hat der Heliostat den Zweck, das Sonnenbild auf einen bestimmten Punkt zu werfen, so dafs, während die Sonne alle durch die Bewegung der Erde bedingten scheinbaren Orte einnimmt, ihr Bild auf der Tafel, mit der man es auffängt, eine unveränderliche Lage behält.

Fahrenheit erhielt die Unbeweglichkeit des Sonnenbildes durch zwei successive Reflexionen des Strahls. Die erste Reflexion geschah an einem Spiegel, der sich um eine mit der Erdaxe parallele Linie umdrehen liefs,

und der dem Strahle die Richtung dieser Linie gab; durch die zweite Reflexion an einen befestigten Spiegel richtete man den Strahl nach dem gegebenen Punkt. Diese zweimalige Reflexion hatte indefs das Ueble, dafs sie die Intensität des Sonnenbildes beträchtlich verminderte *), und deshalb setzte S'Gravesande einen Heliostaten mit einer einer einzigen Reflexion zusammen. Er beschrieb dasselbe in seinem Werke: *Physices Elementa etc.*, dessen erste Ausgabe im J. 1719 erschien.

Der verstorbene Charles, bekannt durch seine Luftfahrt im ersten mit Wasserstoffgas gefüllten Ballon, so wie durch seine vortrefflichen Vorlesungen über Physik,

*) Wo es jedoch auf die möglich gröfste Intensität des Lichts nicht ankommt, verdient der Fahrenheit'sche Heliostat (der in der Edinburger Encyclopaedie fälschlich dem jetzt verewigten Dr. Th. Young zugeschrieben wird) recht sehr der Empfehlung, denn er hat den grofsen Vorzug, dafs er, selbst wenn die Drehung des ersten Spiegels durch ein Uhrwerk geschieht, ungleich wohlfeiler ist, als alle übrigen Instrumente der Art. In dieser Gestalt eignet er sich noch zu sehr genauen Messungen, wie aus der Abhandlung des Hrn. Prof. Rudberg im Bd. 14. S. 45. dies. Annal. zur Genüge hervorgeht. Braucht man eine solche Genauigkeit nicht, so tritt sein Vorzug noch mehr hervor, da hier nur eine Drehung um eine einzige feste Axe nöthig ist und man diese leicht aus freier Hand bewirken kann. Uebrigens, wie sich von selbst versteht, mufs der Spiegel, um die richtige Neigung gegen die, der Erdaxe parallele, Umdrehungsaxe erhalten zu können, in einem an dem Ende befindlichen Charniere drehbar seyn, und so gestellt werden, dafs seine Normale den Winkel zwischen den auf ihn einfallenden Strahlen und der verlängerten Umdrehungsaxe halbirt. Bei gehörigen Nachrücken der Umdrehungsaxe fällt dann der reflectirte Strahl fortdauernd, wenigstens für die Dauer eines Tages, in paralleler Richtung mit der Erdaxe auf den zweiten Spiegel, von welchem aus er dann nach jedem beliebigen Punkt hingeworfen werden kann. — Fig. 1. Taf. II. zeigt diesen Heliostaten, wie ihn Thomas Young in seinen *Lectures on Nat. Philosoph. T. I. Pl.* 28. abbildet. *C* ist die mit der Erdaxe parallele Drehungsaxe, *A* der daran befestigte Spiegel und *B* der zweite Spiegel, ferner sind *I* die einfallenden und *R* die zurückgeworfenen Strahlen. *P.*

hatte an dem Heliostat von S'Gravesanee einige nützliche Abänderungen angebracht. Malus, der Entdecker der Lichtpolarisation, dessen Verlust das K. Ingenieur-Corps eben so zu bedauern hat, wie den eines Dubuat, Coulomb und Meunier, liefs durch Hrn. Fortin einen Heliostaten mit einer einzigen Reflexion verfertigen, welchen ich im J. 1813 im 16. Heft des *Journal de l'Ecole polytechnique* beschrieben und erläutert habe *).

Der neue Heliostat des Hrn. Gambey besitzt vor dem Malus'schen mehrere Vorzüge. Denn: 1) kann der Beobachter, bevor er denselben gebraucht, die respective Lage der beweglichen Theile, aus denen er besteht, genau prüfen; 2) ist das Instrument durch blofse Kenntnifs der Breite des Beobachtungsortes und der der Beobachtungszeit entsprechenden Declinationen der Sonne leicht zu orientiren; 3) ist der Regulator nicht wie vorhin ein frei schwebendes Pendel, welches der Wind im Gange stören kann, sondern in der Uhr befindlich, was, wie auch schon Hr. Arago in einem Berichte an die Academie am 3. Nov. 1823 bemerkt hat, für ein Instrument, welches in freier Luft aufgestellt werden soll, ein sehr wesentliches Bedürfnifs ist.

Theorie des Heliostaten.

Die astronomischen Kenntnisse, welche erforderlich sind, um die Theorie und den Gebrauch des Heliostaten einzusehen, sind dieselben, welche man zum Studium der mathematischen Geographie gebraucht. Es reicht hin zu

*) Aufser den hier genannten Heliostaten hat noch Hr. P. Prandi ein solches Instrument in den *Nuov. collez. di opusc. Scient. Bologna* 1825, Heft 6. p. 244., beschrieben, das ich nur aber durch eine Notiz im *Bulletin universel Sect. I. Vol. IV, p.* 167. kenne. Die Kürze dieser Nachricht und der Mangel einer Zeichnung erlauben leider nicht, sich eine deutliche Vorstellung von der Einrichtung dieses Instruments zu machen, höchstens ersieht man daraus, dafs sie verschieden von den bisher bekannten ist. *P.*

wissen, dafs die Erde sich täglich um eine gerade Linie dreht, die man die Erdaxe nennt; dafs ein auf der Erde befindlicher Beobachter sich unbeweglich glaubt, und wähnt, sein Standort sey ein fester Punct, von wo aus er alle Himmelskörper in Bewegung sehe; dafs in dieser Hypothese die Sonne täglich einen Kreis beschreibt, der seinen Mittelpunkt in der Erdaxe hat und mit seiner Ebene senkrecht gegen dieselbe steht; dafs alle scheinbaren Bewegungen der Sonne auf einer Kugel geschehen, welche man die Himmelskugel nennt, und die die Linie vom Beobachter zur Sonne zum Radius hat; dafs der Halbmesser der Erde gegen diese Linie so klein ist, dafs man ohne merklichen Fehler den Erdkörper als einen materiellen Punkt betrachten kann, der vom Mittelpunkt der Himmelskugel nicht verschieden ist; endlich, dafs man diejenigen gröfsten Kreise der Himmelskugel, deren Ebenen durch die Weltaxe gehen, Meridiane nennt, die mit dem Aequator parallel laufenden Kreise: Parallelkreise, und den Bogen eines Meridians zwischen dem Aequator und dem Parallelkreise, auf dem für einen bestimmten Tag der scheinbare Ort der Sonne liegt: die Declination der Sonne für diesen Tag.

Es sey C Fig. 2. Taf. II. der Ort des Beobachters. Dieser sey als Mittelpunkt der Himmelskugel angenommen, und vorausgesetzt, dafs CP, gezählt auf der Weltaxe CpP, den Radius dieser Kugel vorstelle.

Wenn man bei der Sonne den Durchmesser und die Veränderung der Declination zwischen zwei auf einanderfolgenden Mittagen vernachlässigt, so scheint dieselbe an jedem Tage einen Kreis $SS'S''$ zu beschreiben, dessen Mittelpunkt in I auf der Weltaxe liegt, und dessen Ebene senkrecht gegen diese Axe steht. Die Geraden, welche vom Mittelpunkte C nach den verschiedenen Orten S, S', S'' der Sonne auf dem Kreise $SS'S''$ gezogen werden können, stellen die Richtung der Sonnenstrahlen an den verschiedenen Tagesstunden vor. Diese Geraden

haben gleiche Länge unter sich und mit dem Radius CP der Himmelskugel, und besitzen den geraden Kegel $CSS'S''$ zum geometrischen Ort; der Winkel, den sie mit der Weltaxe machen, ist das Complement zur Declination der Sonne und verändert sich an jedem Tage wie diese.

In allen Heliostaten mit einer einzigen Reflexion ist der Mittelpunkt M des Spiegels, der das Sonnenbild nach einer gegebenen Richtung zurückwirft, fest. Der Abstand CM dieses Mittelpunktes vom Punkte C, dem Orte des Beobachters, ist die Hauptdimension des Heliostaten; ihre Länge, die der Verfertiger nach Willkühr nimmt, beträgt bei dem Gambey'schen Heliostat ungefähr 158 Millimeter. Es mufs bemerkt werden, dafs der Punkt C als Mittelpunkt der Himmelskugel angesehn worden ist; dafs in dieser Hypothese der Abstand CM zwischen den Punkten C und M den Erdradius vorstellt, und dafs man annehmen kann, die Sonnenstrahlen, die gleichzeitig zu diesen beiden Punkten gelangen, seyen parallel unter sich, wonach die beiden geraden Kegel, welche den Kreis $SS'S''$ der Himmelskugel zur gemeinschaftlichen Grundfläche, und die Punkte C und M zu ihren Scheiteln haben, nicht merklich von einander abweichen. Diese Identität der beiden Kegel ist durch die Fig. 2. Taf. II. nicht ausgedrückt, da die beiden Geraden CS, MS, welche auf den Punkt S zulaufen, den Winkel SCM bilden; man mufs sich indefs erinnern, dafs in der Hypothese, nach welcher der Punkt C der Mittelpunkt der Erde und der Himmelskugel seyn würde, die Gerade CS, welche den mittleren Abstand der Sonne von der Erde mifst, 23578 Mal so grofs als der Erdradius ist, und, wie einzusehen, konnte die Fig. 2. nicht nach einem Maafsstab gezeichnet werden, wo noch ein Verhältnifs wie $\frac{1}{23578}$ angebbar gewesen wäre. Deshalb kann man ohne merklichen Fehler sich den Punkt C, als Mittelpunkt der Himmelskugel, entweder auf die Oberfläche oder in den Mittelpunkt der Erde verlegt denken, und annehmen, die Son-

nenstrahlen SC, SM, welche gleichzeitig auf die Punkte C und M fallen, seyen in aller Strenge parallel unter sich, was dann die Identität der beiden geraden Kegel $CSS'S''$ und $MSS'S''$ nach sich zieht.

Ist die Declination der Sonne für einen bestimmten Tag im Jahre gegeben, so trifft der gerade Kegel $CSS'S''$, welcher für diesen Tag den Ort der Sonnenstrahlen enthält, die Kugel vom Radius CM in dem Kreise $ss's''$, dessen Mittelpunkt in i auf der Weltaxe liegt, und dessen Ebene senkrecht ist gegen diese Axe. Da das Stück $Css's''$ des grofsen Kegels $CSS'S''$ der geometrische Ort der zwischen dem Kreis $ss's''$ und dem Mittelpunkt C liegenden Strahlen ist, so braucht man den grofsen Kegel nicht weiter zu betrachten, sondern nur den kleineren Kegel $Css's''$, dessen Seitenlinien mit der Weltaxe CpP einen Winkel machen, der das Complement zur Declination der Sonne ist. Alle Kreise, wie $ss's''$, die Durchschnitte der geraden Kegel $Css's''$ mit der Kugel vom Radius CM, sind dem Aequator parallel, und liegen auf dieser Kugel, wie die Kreise $SS'S''$ auf der Himmelskugel. Daraus folgt, dafs man die Punkte s, s', s'' des Kreises $ss's''$ betrachten kann als die successiven Orte der Sonne an dem Tage, wo das Complement der Declination den Winkel sCp zum Maafse hat; sie sind auch die Scheitel einer Reihe von Dreiecken CMs, welche die Gerade CM, die Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten M und C des Spiegels und der Himmelskugel, zur gemeinschaftlichen Seite haben. In jedem dieser Dreiecke verändert sich die Seite Cs an jedem Tage in Gröfse und in Richtung; wenn man aber die Declination der Sonne für die Dauer eines Tages als constant annimmt, so sind die Länge der Seite Cs und der Winkel sCp, den sie an diesem Tage mit der Weltaxe macht, ebenfalls constant. Was die dritte Seite Ms des Dreiecks CMs betrifft, so verändert sie sich in jedem Augenblick dieses Tages in Gröfse und in Richtung, und sie hat zum

geometrischen Ort den schiefen Kegel $Mss's''$, der die Grundfläche $ss's''$ mit dem geraden Kegel $Css's''$ gemein hat.

Die constante Seite CM der Dreiecke CMs, CMs' und die bewegliche Seite Ms derselben Dreiecke sind zwei merkwürdige Linien für die Erklärung der Bewegung des Spiegels, der das Sonnenbild nach einem festen Punkt zurückwerfen soll. Dieser Spiegel ist kreisrund und sein Mittelpunkt befindet sich in M, Fig. 3. Taf. II.; er wird von einem rechtwinklichen Bügel $ABDE$ getragen, dessen Stiel FC in der Ebene des Rechtecks $ABDE$ liegt; er dreht sich um eine Axe AD, die in dieser Ebene befindlich ist, und deren Stützpunkte A und D auf der der Linie BFE parallelen Geraden AD liegen. In T an den Rand des Spiegels, parallel mit dessen Ebene, ist ein Stab TSR befestigt, so daſs er senkrecht gegen die Axe AD steht. Die Lage dieses Spiegels und seine Bewegung an dem Heliostaten sind durch das veränderliche Dreieck CMs, Fig. 2., bedingt Die Mittellinie MC des Stiels FC (Fig. 3.) kommt auf die Seite MC des Triangels MCs (Fig. 2.) zu liegen, und die Mittellinie MS des Stabes TSR (Fig. 3.) auf die Seite Ms (Fig. 2.) desselben Dreiecks.

Aus dieser Einrichtung geht hervor, daſs, wenn der Stiel MRs des Spiegels (Fig. 2.) den schiefen Kegel $Mss's''$ beschreibt, die Ebene dieses Spiegels beständig senkrecht seyn wird auf der Ebene des Dreiecks CMs. Denn die beiden Geraden MC, MS (Fig. 3.) sind senkrecht auf der Geraden AMD, und diese Gerade AMD befindet sich in der Ebene des Spiegels, folglich ist diese Ebene senkrecht gegen die der beiden Geraden MC, MS; und weil diese Geraden respective auf die Seiten MC, Ms, des Triangels CMs (Fig. 2.) gelegt worden, so folgt daraus, daſs die Ebene dieses Dreiecks beständig senkrecht ist gegen die des Spiegels, welche Lage auf dem

schiefen Kegel $Mss's''$ der Stiel Ms dieses Spiegels auch einnehmen möge.

Denkt man sich nun einen Mechanismus, vermöge dessen der Stiel MsR des Spiegels (Fig. 2.) den schiefen Kegel $Mss's''$ beschreiben mufs, so kann man weiter annehmen, dafs der Punkt s dieses Stiels, welcher auf dem Umfang $ss's''$ befindlich ist, sich um die Weltaxe CpP drehe, so dafs er, in jedem Augenblicke seiner Bewegung, in einem und demselben Meridiane mit der Sonne sey. In dieser Hypothese wird irgend ein Sonnenstrahl tM (Fig. 2.), welcher auf des Spiegels Mittelpunkt M fällt, in Richtung der unveränderlichen Geraden Mr, der Verlängerung von CM, reflectirt werden. Dieser Hauptsatz in der Theorie des Heliostaten läfst sich auf folgende Art beweisen.

Der einfallende Strahl tM (Fig. 2.) hat seinen parallelen sC auf dem geraden Kegel $Css's''$, welcher, für den Beobachtungstag, der geometrische Ort aller Sonnenstrahlen ist. Nun enthält die Ebene dieser beiden parallelen Strahlen tM, Cs die beiden Geraden MC, Ms des Dreiecks CMs; folglich ist sie senkrecht gegen die Ebene des Heliostatenspiegels, und nach dem bekannten Gesetze der Reflexion des Lichts enthält sie auch den reflectirten Strahl.

Diefs vorausgesetzt, bemerke man, dafs die Gerade CN, gezogen vom Scheitel C des gleichschenklichen Dreiecks CMs zur Mitte N der diesem Scheitel gegenüberliegenden Seite Ms, senkrecht ist auf dieser, in der Ebene des Spiegels liegenden, Seite, folglich auch senkrecht auf dieser Ebene, die wiederum senkrecht ist auf der Ebene des Dreiecks CMs. Da nun sC ein dem einfallenden Strahl tM paralleler Sonnenstrahl ist, und CN eine Senkrechte auf der Ebene des Spiegels, so wird der Strahl sC von einem, dem Heliostatenspiegel parallelen, Spiegel $M'CR'$, reflectirt in Richtung der Geraden CM, welcher mit der

Senkrechten *CN* dieser Spiegel, den Winkel *MCN*, gleich dem Winkel *NCs*, bildet. Mithin wird der Strahl *tM*, welcher *CS* parallel ist, an dem Spiegel des Heliostaten in Richtung der Geraden *Mr*, der verlängerten Seite *CM* des Dreiecks *CMs*, reflectirt.

Um die Lage des einfallenden Strahls *tM* und des reflectirten Strahls *Mr* in Bezug auf den Spiegel zu zeigen, sind diese beiden Geraden auf dem Spiegel (Fig. 3.) angegeben und mit denselben Buchstaben bezeichnet worden. Die dritte und auf dem Spiegel senkrechte Gerade *Mn* (Fig. 2. und 3.) halbirt den Winkel zwischen den Geraden *tM*, *Mr*, von denen *tM* der einfallende Strahl ist, und *Mr* der nach der Verlängerung des Stiels *CM* am Bügel *ABDE* des Spiegels (Fig. 3.) reflectirte Strahl.

Kurz wiederholt, ist also der Punkt *C* am Stiele des Spiegels (Fig. 3.) als Mittelpunkt der Himmelskugel angesehen; *CM* eine willkührliche Gerade, welche man zum Radius einer mit der Himmelskugel concentrischen Kugel genommen hat, und endlich *CS* eine Gerade, welche gleiche Länge wie *CM* besitzt, und an jedem Tage mit der der Weltaxe parallelen Linie *CPp* einen Winkel *pCS*, der das Complement zur Inclination der Sonne an diesem Tage ist, bildet, so wie mit den Geraden *CM* und *MS*, den Mittellinien des Stiels und des Stabes, das gleichschenkliche Dreieck *CMS*.

Man setzt voraus: 1) daſs die Seite *CM* dieses Triangels sich, zur Richtung auf den gegebenen Punkt, um den Punkt *C* drehen und in dieser Stellung befestigen lasse; 2) daſs die Seite *CS* sich um die Weltaxe, unter einem gegebenen Winkel *pCS* mit derselben, drehen könne. In dieser Voraussetzung drehen sich Spiegel und Bügel *ABED*, der eine um die Gerade *AD* und der andere um die Gerade *CM*, so daſs der Stiel *TS*, bei seiner Drehung um die feste Gerade *CPp*, dem Punkte *S* folgen wird, welcher den Kreis $SS'S''$ beschreibt.

Wel-

Welche Lage dieser Stiel auch haben mag, so geht doch beständig durch die Endpunkte der beiden gleichen Seiten CM, MS des gleichschenkligen Dreiecks CMS; allein das Stück TS, zwischen diesen Seiten, ist von veränderlicher Länge. Die bewegliche Gerade CS ist in allen ihren Lagen dem Sonnenstrahl parallel, und kann für einen Strahl angesehen werden, der an einer mit dem Spiegel $TT'T''$ parallelen Ebene in Richtung des Stiels CM an diesem Spiegel reflectirt würde. Es folgt daraus, dafs alle Sonnenstrahlen, wie Mt, die auf die Mitte M des Spiegels $TT'T''$ fallen, ebenfalls in Richtung der Geraden Mr, der Verlängerung des Spiegelstiels MC, folglich auch auf den gegebenen Punkt reflectirt werden.

Construction und Gebrauch des Heliostaten.

[Wiewohl wir der Meinung sind, dafs die Theorie des Gambey'schen Heliostaten hätte einfacher und kürzer entwickelt werden können, als es von Hrn. Hachette geschehen ist, so haben wir doch absichtlich bis hieher denselben selbst reden lassen. Es würde indefs ermüdend und zwecklos seyn, wollten wir ihm weiter in das Detail über die Einrichtung des Instruments und seiner einzelnen Theile wörtlich folgen, da es offenbar nur für Künstler geschrieben ist, die danach zu arbeiten gedächten. Für das Bedürfnifs der Leser wird es vollkommen genügend seyn, wenn wir von den vielen Zeichnungen, die der Abhandlung des Verfassers beigefügt sind eine einzige wieder geben, und an dieser zeigen, wie das Instrument den Forderungen der Theorie Genüge leistet. *P.*]

Der Aufrifs Fig. 4. Taf. II. zeigt den Heliostaten in seiner normalen Stelleng, in der nämlich, welche er besitzen müfste, wenn ein Beobachter unter den Polen sich desselben zur Zeit der Aequinoctien bedienen wollte, wo

also die Erdaxe senkrecht steht und die Sonnenstrahlen horizontal einfallen.

Die wesentlichen Theile des Instruments sind diejenigen, welche das gleichschenkliche Dreieck uYr einschliefsen; alle übrigen dienen nur dazu, dieses Dreieck in die richtige Lage bringen zu lassen und es darin zu erhalten. Wir haben also zunächst zu betrachten: den Spiegel UU nebst seinem Stiele XX, den Träger vv mit seiner den Spiegel umfassenden Gabel V (deutlicher in Fig. 3. Taf. II., wo sie mit $ABDE$ bezeichnet ist), und das zusammengesetzte Stück PoR.

Der Spiegel steht mit seiner Ebene senkrecht gegen die Ebene des Dreiecks uYr, und ist um die Axe u drehbar. Der cylindrische Stiel XX, dessen Längenaxe in der verlängerten Ebene des Spiegels liegt und mit der Linie ur zusammenfällt, ist verschiebbar in der Hülse R', welche zweier Drehungen um die beiden gegen einander senkrechten Axen r und r' fähig ist. Der Träger vv umfafst mit seiner Gabel V, die sich um seine Längenaxe drehen läfst, die Axe u des Spiegels U, und ruht am andern Ende mit der gegen ihn rechtwinkligen Axe Y in einer Gabel f, die wiederum um die Axe ZZ gedreht werden kann. Die Gabel f ist in der Figur nur zum Theil sichtbar, die Axe ZZ dagegen ganz versteckt, weshalb sie auch nur angedeutet werden konnte.

Die Theorie dieses Heliostaten verlangt, dafs rY die Richtung der einfallenden, und Yu die der rückgeworfenen Strahlen sey. Wenn das Erstere wirklich der Fall ist, wenn nämlich rY mit der Richtung der einfallenden Strahlen zusammenfällt, so ist klar, dafs der Spiegel UU allemal die Richtung besitzen wird, welche nöthig ist, um die Strahlen in Richtung Yv zurückzuwerfen; denn da seine Ebene durch die Linie ru geht und zugleich senkrecht ist gegen die Ebene des, vermöge der Construction des Instruments, gleichschenklichen, Dreiecks uYr; so wird auch seine Normale in der Ebene des

Dreiecks liegen und parallel seyn der Linie, die den Winkel $u\,Yr$ halbirt. Und damit ist dann offenbar dem bekannten Gesetze der Lichtreflexion Genüge geleistet.

Es kommt also nur darauf an: 1) dafs man den Träger vv, ohne die senkrechte Lage des Spiegels gegen die Ebene des Dreiecks zu stören, in jede beliebige Richtung bringen und in derselben befestigen könne, und 2) dafs man die Linie rY für jede Polhöhe, jede Jahres- und Tageszeit fortwährend in Parallelismus mit den auf den Spiegel fallenden Sonnenstrahlen zu erhalten vermöge, und zwar so, dafs r der Sonne zugekehrt sey *).

*) Wenn diefs nicht der Fall wäre, sondern r von der Sonne abwärts gekehrt würde, dann müfste der Spiegel UU senkrecht gegen den Stiel XX gestellt werden, um noch die Strahlen in Richtung Yv reflectiren zu können.

Eine derartige Einrichtung besafsen die *Heliotropen* in der ersten Zeit nach ihrer Erfindung durch Hrn. Hofr. Gaufs. An einem um die horizontale Axe AB drehbaren Kreise, Fig. 5. Taf. II., befand sich nämlich das um C bewegliche Fernrohr DH, welches in der drehbaren Hülse E den Stiel AG eines Spiegels F aufnahm, der gegen diesen Stiel und gegen die Ebene des Kreises senkrecht war. Vermöge der Gleichschenklichkeit des Dreiecks ACE war immer $\angle BAE = \angle \frac{1}{2} BCE$, und folglich halbirte auch die Normale des Spiegels F allemal den Winkel ACD. Wenn man also das Fernrohr HD auf die Sonne richtete und ihr damit fortwährend folgte, so mufste auch der Spiegel F unausgesetzt das Licht in Richtung CA reflectiren. Um den Gegenstand, dem das Sonnenlicht zugesandt werden sollte, in diese Richtung zu bringen, wurde das Instrument so aufgestellt, dafs man ihn im Mittelpunkt des Fernrohrs hatte, wenn dieses mit der Linie AB coïncidirte. Damit der Spiegel diese Beobachtung nicht hindere, war er an einen Ring befestigt und durch diesen von der Ebene des Kreises geschieden.

Da der Heliotrop indefs durch diese Einrichtung unförmlig grofs wird, so hat man sie in neuerer Zeit verlassen und diejenige angenommen, die man ausführlich im N. Gehler'schen Wörterbuch beschrieben findet. Bei diesen ist das Fernrohr, das fortwährend auf den zu beobachtenden Gegenstand gerichtet bleibt, nur um seine Längenaxe drehbar, und trägt vor dem Objective den Spiegelapparat, bestehend aus zwei gegen einander recht-

Der ersten Bedingung kann nun durch die Einrichtung der bisher beschriebenen Theile leicht Genüge geschehen. Denn einerseits ist klar, dafs der Träger *vv*, vermöge der doppelten Drehung um die beiden gegen einander senkrechten Axen *Y* und *ZZ*, für sich in jede beliebige Stellung gebracht werden kann, und andererseits erlauben die vier übrigen Drehungen (nämlich die der Gabel *V* um *vv*, des Spiegels *UU* um *u*, und die der Hülse *R'* um *r* und *r'*), nebst der Verschiebung des Stiels *XX* in der Hülse *R'*, dafs diefs auch in Verbindung mit dem Spiegel und seinem Stiele, ohne Verletzung seiner Senkrechtheit gegen die Ebene des Dreiecks *uYv* möglich ist. Die Befestigung des Trägers *vv* in der Lage, die man ihm gegeben hat, geschieht mittelst des an seinem Fufse befindlichen Stückes *dd'*, und der mit der Axe *ZZ* verbundenen Scheibe *TT*; ersteres hemmt, wenn es an den Bogen *SS* festgeklemmt wird, die Drehung um die Axe *Y*, letztere, wenn man die Schraube *t* anzieht, die Drehung um *ZZ*.

Was das zweite Erfordernifs betrifft, so setzt es voraus, dafs die Linie *Xr* sich, parallel den Sonnenstrahlen, unter gleichem Winkel wie diese um eine mit der Erdaxe parallele Axe drehen lasse. Dazu dienen nun die übrigen Theile des Instruments.

Zuerst wird es so gestellt, dafs der Kreis *GG* senkrecht stehe; diefs geschieht, während sein Nullpunkt mit dem Nullpunkt des Nonius *H* zusammenfällt, mittelst einer Libelle auf dem Kreise *F*, und mittelst der Stellschrauben an dem (nicht gezeichneten) Fufse der Säule *C*.

winklich befestigten Spiegeln, die sich gemeinschaftlich um eine gegen die Mittellinie des Fernrohrs senkrechte Axe drehen. Vermöge der Rechtwinklichkeit dieser Spiegel gegen einander, wird der eine das Sonnenbild dem Gegenstande zuwerfen, wenn der andere es rückwärts in derselben geraden Linie zum Fernrohr hineinsendet, und der Beobachter hat also nur durch zweckmäfsiges Drehen des Apparats dafür zu sorgen, dafs ihm das reflectirte Sonnenbild fortwährend in der Mitte des Sehfeldes erscheint. P.

Dann bringt man den *Kreis GG* in die Ebene des Meridians, was geschehen ist, wenn die zwei mit der Ebene des Kreises parallelen Dioptern der Alhidade *KK* einen im Meridiane liegenden entfernten Gegenstand decken. Endlich löst man die Druckschraube *H*, und dreht den Kreis *GG* so weit, bis die Axe *ZZ* der Erdaxe parallel liegt.

Nachdem man ihn in dieser Stellung wiederum befestigt hat, giebt man der Linie *Yr* die Neigung gegen die Axe *ZZ*, welche für den Tag der Beobachtung die auf den Spiegel fallenden Sonnenstrahlen mit der Erdaxe bilden. Hiezu dient der Halbkreis *P* (der in der Figur nur als ein Stab erscheint) nebst das daran befestigte Bogenstück *OO*. Der Halbkreis *P* umschliefst die Gabel *f*, ohne mit ihr zusammen zu hängen, und ruht auf zwei Zapfen, die mit der Axe *Y* des Trägers *vv* in einer Ebene liegen, und von zwei Stützen *QQ* getragen werden, die auf dem Kreis *FF* nahe am Rande stehen. Vermöge dieser Einrichtung kann sich der Halbkreis *P* um denselben Punkt wie der Träger *vv* drehen, ohne doch von dessen Stellung oder Bewegung abhängig zu seyn, und wenn man die mit den Kreis *FF* verbundene Druckschraube *w* gelöst hat, läfst sich ihm vermittelst des graduirten Bogens *OO* die verlangte Neigung gegen die Erdaxe geben.

Es ist dann nur noch nöthig, die Linie *Yr* den Sonnenstrahlen parallel zu stellen, und zwar so, dafs *r* der Sonne zugekehrt sey. Diefs geschieht durch eine Drehung des Kreises *FF*, mit dem der Halbkreis *P* durch die Stützen *OO* und das Stück *w* verbunden ist. Der Kreis *FF* liegt dem Erdäquator parallel, und wird, mittelst einer Zähnung an der untern Seite seines Randes und mittelst des Triebrades *l*, durch die Uhr *LL* in 24 Stunden einmal um seine Axe gedreht *). Der Rand dieses

*) Die Axe des Kreises *FF* ist eine etwas conische Röhre, welche die Axe *ZZ* umschliefst, jedoch durch eine ähnliche befestigte Röhre von ihr getrennt ist. Dadurch wird erreicht, dafs

Kreises ist in 24 Stunden und Zehntel derselben getheilt, und diese Theilung so gestellt, dafs wenn diese Stunden mit den Stunden der Uhr zusammenfallen, die Ebene des Bogens *O O* allemal durch die Sonne geht. Zur Mittagszeit liegt also die Ebene des Bogens *O O* im Meridiane.

Es ist also leicht abzunehmen, wie man hiedurch den Heliostaten für eine bestimmte Stunde einstellen könne, und ist diefs einmal geschehen, so führt die Uhr den Halbkreis *P* mit den daran befestigten Stücken auf eine solche Weise herum, dafs die Linie von *Y* nach *r* fortwährend auf den Mittelpunkt der Sonne gerichtet bleibt, der Spiegel *U U* also die Sonnenstrahlen unveränderlich in der Richtung *Yu* reflectiren mufs. Durch diesen Mechanismus wird also, während die Linie *r Y* einen geraden Kegel um die Erdaxe beschreibt, die Linie *ur* auf der Oberfläche eines schiefen Kegels herumgeführt, dessen Axe die feste unveränderliche Linie *u Y* ist. Nothwendige Erfordernisse der Güte des Instruments, für die der Künstler zu sorgen hat, sind: erstlich, dafs der Mittelpunkt des Spiegels *U U* stets unbeweglich bleibe; zweitens, dafs sich der Träger *vv* und der Halbkreis *P* um einen und denselben festen Punkt drehen, der zugleich der gemeinschaftliche Durchschnittspunkt der drei Linien *ZZ*, *u Y*, *r Y* ist, und in dem Instrumente als Mittelpunkt der Erde angesehn wird; drittens, dafs die Linien *Yu*, *Yr* in dem Instrumente wirklich gleich lang seyen, und die Mittellinie des Stieles *XX* genau in der Ebene des Spiegels liege; viertens endlich, dafs die Mittellinie der hohlen Axe des Kreises *FF* senkrecht gegen die Ebene dieses Kreises und in dessen Mitte stehe.

Ein wesentlicher Vorzug des Gambey'schen Helio-

sich der Kreis *FF* und der Träger *vv* um dieselbe Linie, die Mittellinie der Axe *ZZ*, drehen können, ohne in ihrer Drehung von einander abhängig zu seyn.

stat vor dem S'Gravesande'schen besteht darin, dafs man zu seiner Einstellung keiner zeitraubenden numerischen oder graphischen Rechnung, wie bei jenem, nöthig hat, sondern dafs das Instrument, wenn man die Polhöhe des Beobachtungsorts und die Declination der Sonne für den Beobachtungstag kennt, alle Mittel zu seiner Einstellung auf eine leichte Weise selbst liefert. Auch ist durch eine Menge Stellschrauben dafür gesorgt, dafs, wenn das Sonnenbild vermöge einer Excentricität der Axen nicht unveränderlich bleibt, man diesen Fehler leicht berichtigen kann *).

*) Vielleicht hat es für einige Leser Interesse, die Theorie des Gambey'schen Heliostaten mit der des S'Gravesande'schen zu vergleichen, da beide Instrumente in ihrer Construction so sehr von einander abweichen. Bei letzterem wird bekanntlich der am Spiegel, senkrecht gegen dessen Ebene, befindliche Stiel herumgeführt durch einen Uhrzeiger, der sich, parallel mit dem Aequator, in einem Kreise dreht, dessen Mittelpunkt eine bestimmte Lage gegen den Mittelpunkt des Spiegels besitzt. (Man sehe die Abbildungen in Biot's Lehrbüchern, im N. Gehler'schen Wörterb. u. s. w.) Worauf diese Einrichtung beruht, erhellt aus Fig. 6. Taf. II. C sey der Mittelpunkt des Spiegels; die im Laufe eines Tags auf ihn fallenden Sonnenstrahlen SC, $S'C$, $S''C$, $S'''C$ liegen auf der Oberfläche eines geraden Kegels, dessen Axe mit der Erdaxe CB zusammenfällt. Man verlängere jeden dieser Strahlen um ein beliebiges, aber gleiches Stück. Die Endpunkte s, s', s'', s''' dieser Linien werden in einem Kreise liegen, dessen Ebene parallel mit der des Aequators ist. CR sey der reflectirte Strahl, dessen Richtung constant bleiben soll. Auch ihn verlängere man rückwärts um dieselbe Gröfse wie die einfallenden Strahlen, und verbinde seinen Endpunkt r mit den Punkten s, s', s'', s'''. Die Linien rs, rs', rs'', rs''' sind die Basen von lauter gleichschenklichen Dreiecken; halbirt man sie also, und zieht von deren Mitte n, n', n'', n''' Linien nach C, so werden sie dort die Winkel zwischen Cr und Cs, Cs', Cs'', Cs''' halbiren, und folglich die Richtungen seyn, welche successiv der Stiel oder die Normale des Spiegels haben mufs. Die Punkte n, n', n'', n''' liegen aber offenbar in einem Kreise, dessen Ebene parallel ist der von s, s', s'', s''', mithin auch der des Aequators. Ein Zeiger also, der sich um den Mit-

Uebrigens befolgt man bei der Orientirung dieses Heliostaten nicht den hier in der Beschreibung eingeschlagenen Gang, sondern verfährt gerade umgekehrt; man sorgt erst dafür, dafs die Axe ZZ mit der Erdaxe, und die Linie rY mit Sonnenstrahlen parallel sey, und giebt dann dem Träger vv die Lage, welche der reflectirte Strahl erhalten soll.

Es ist auch zu bemerken, dafs die Säule C, welche das ganze Instrument trägt, auf einem Dreifufse ruht, mittelst dessen Stellschrauben man dieselbe senkrecht stellen kann; da dieser Theil aber nichts Eigenthümliches in der Construction darbietet, so ist er auf der Fig. 4. Taf. II. fortgelassen.

telpunkt D dieses Kreises dreht, wird allemal im Stande seyn, dem an seinen Ende befestigten Stiele des Spiegels die verlangte Richtung zu geben, und giebt sie ihm, wenn seine Bewegung so geleitet wird, dafs er in seinen Stellungen wie Dn, Dn', Dn'', Dn''' respective parallel bleibt den Linien As, As', As'', As''', den Projectionen der Sonnenstrahlen auf die Ebene des Aequators. Denkt man sich, dafs Rr, Ss, $S''s'''$ in der Ebene der Figur liegen, so wird man leicht einsehen, welche Lage der Drehpunkt D des Uhrzeigers, für jeden Tag im Jahre und für jede Richtung des reflectirten Strahls, gegen den Mittelpunkt C des Spiegels haben müsse.

Man wird übrigens hieraus ersehen, dafs der Gambey'sche Heliostat, obwohl er im ersten Augenblick complicirter als der von S'Gravesande erscheinen mag, doch in der That hinsichtlich der ihm zum Grunde liegenden Theorie einfacher ist, wie auch bequemer hinsichtlich des Gebrauches, der bei dem letzten Instrumente durch die jedesmalige Bestimmung der Lage des Punktes D gegen den Punkt C höchst lästig wird. *P.*

V. *Ueber die Adhäsion der atmosphärischen Luft im Allgemeinen, und über die Adhäsion derselben an den Wasserdampf insbesondere;*

vom Dr. W. L. Volz, Prof. an dem Gr. Bad. polytechnischen Institut zu Carlsruhe.

(Vorgelesen in der öffentlichen Schlufssitzung der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Heidelberg, im Septemb. 1829.)

Ungeachtet die Adhäsion der Gasarten als höchst bedeutend bekannt ist, so hat man dennoch ihren Einflufs auf die Naturerscheinungen bis jetzt sehr wenig beachtet; diefs erscheint um so nachtheiliger, als die ganze Meteorologie in ihr einen hochwichtigen Gegenstand erkennen mufs. Der Grund aber, aus welchem man noch in dieser Hinsicht so weit zurück ist, liegt wohl hauptsächlich in dem Mangel eines brauchbaren Apparats, durch welchen man die Adhäsion der Luftschichten an einander zu messen im Stande wäre, die Angabe eines diese Lücke ausfüllenden Luftadhäsionsmessers, welchem der Name *Auraproskollesimeter* beigelegt werden könnte, mufs daher der Wissenschaft erwünscht seyn.

Ein höchst einfacher Vorgang liegt einem solchen neuen Apparat zu Grunde. Man nehme eine an beiden Enden offene, gerade oder heberartig gekrümmte Barometerröhre *a* (Fig. 7. Taf. II.), lasse eines ihrer Enden durch den Boden eines cylindrischen Gefäfses *b*, von etwa 1″ innerer Höhe und 1″ Halbmesser der Grundfläche, in der Richtung der Cylinderaxe luftdicht hindurch gehen; in eine in der Cylinderfläche befindliche runde Oeffnung *c*, welcher gegenüber eine zweite etwas gröfsere, längliche angebracht ist, bringe man nun die Düse eines guten Handblasbalgs, nachdem man den untern Theil der Röhre in ein Gefäfs mit Wasser gesetzt, oder wenn

sie heberförmig ist, zum Theil mit Wasser angefüllt hat; man drücke endlich den voll gesogenen Balg rasch zusammen, so wird die Flüssigkeit in die Röhre *hinaufgerissen.*

Durch einige Uebung und Aufwendung aller Kraft hebt man auf diese Art das Wasser 6 Neu-Bad. Zoll hoch.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist so einfach wie der Apparat, durch welchen sie herbeigeführt wurde. Sie ist das Resultat der Adhäsion der Luft; ist sie aber dieses, so muſs auch jede Veränderung der Atmosphäre, welche auf die Adhäsion einwirkt, wenn alle übrigen Umstände gleich bleiben, einen Unterschied in der Erhebung der Flüssigkeit veranlassen, so daſs die Vergröſserung der Adhäsion eine Erhöhung der Flüssigkeitssäule, und umgekehrt, zur Folge haben muſs.

Um diesen Grundgedanken zur Brauchbarkeit auszubilden, bietet sich nur eine Hauptaufgabe an: *Gleichheit der Geschwindigkeit des Luftstroms für alle Beobachtungen.*

Ihre Lösung dürfte sich am Einfachsten mittelst einer mit der gewöhnlichen Compressionspumpe übereinstimmenden Vorrichtung ergeben, deren Glocke man durch eine, mit einem Hahn versehene Röhre *a* (Fig. 8. Taf. II.) mit der Saugkappe *b* (die in Zukunft der durchlöcherte Cylinder genannt werden soll) der Quecksilberröhre *) *c* des Saugapparats in Verbindung setzen würde.

Es bedarf kaum einer Andeutung des Gebrauchs dieses Apparats zur Erforschung der Adhäsion der Luftschichten. Man condensirt die Luft in der Glocke jedesmal so lange, bis das Manometer *d* einen bestimmten Druck, etwa immer zwei Atmosphären, zeigt, alsdann öffnet man den Hahn *e* und schlieſst ihn wieder, sobald der Druck nur noch eine Atmosphäre beträgt; man notirt endlich den höchsten Stand des Quecksilbers der Saugröhre gleich nach Beginn, und den Stand desselben im Augenblick

*) oder Wasserröhre.

des Schlusses der Beobachtung, und nimmt das Mittel dieser beiden Stände als Resultat.

Es ist nun freilich nicht zu läugnen, dafs man auf diese Weise nicht die absolute Gröfse der Adhäsion der Luftschichten von einfacher Dichtigkeit erhalte, indem der Apparat nur diejenige anzeigt, welche sich bei dem Uebergang comprimirter Luft von einer Druckkraft von zwei Atmosphären zu einer Tension von einer Atmosphäre äufsert; allein dieses benimmt dem relativen Werth derselben, auf welchen wir uns jedoch meistens beschränken müssen, nichts. Zudem läfst sich erwarten, dafs eine Reihe mit diesem Adhäsionsmesser angestellter Versuche zu einem Reductionsmaafsstab führen werde.

Adhäsion der Luft an den Wasserdampf.

Die Technik und in ihr vorzüglich das Maschinenwesen hat schon mehrfach die Adhäsion der Luft an das Wasser in Anspruch genommen, ich führe hier nur die *Wassertrommel-Gebläse* oder *Trompen* beispielweise an; allein die *Adhäsion des Wasserdampfes an die atmosphärische Luft* ist meines Wissens, so beträchtlich sie auch vermuthet wurde, bisher nicht benutzt worden. Nichts destoweniger scheint sie Vortheile zu versprechen, und bleibt jedenfalls in wissenschaftlicher Hinsicht sehr interessant. Folgende Versuche mögen als Belege dieser Behauptung dienen.

Man brachte bei dem eben beschriebenen Apparat statt des Luftbehälters einen Dampfkessel *a* (Fig. 9. Taf. II.) an, nahm eine Saugkappe *b* von Holz, als einen schlechten Wärmeleiter, und eine gläserne Saugröhre *c* von gröfserem Durchmesser als oben, nämlich von 9 Linien; den untern Theil dieser Röhre setzt man in ein Gefäfs *d* mit Wasser angefüllt, und beobachtet eine, der am Luftapparat bemerkten, analoge Erscheinung. Denn den Luftstrom ersetzte hier der durch die Kappe schiefsende Wasserdampf, so dafs auch hier die Höhe der gehobenen Was-

sersäule desto beträchtlicher ausfiel, je gröfser die Spannung des Dampfes, also auch die Geschwindigkeit seines Stromes, war.

Dafs man jedoch bei diesen Versuchen sehr bedeutende Schwankungen der gehobenen Wassersäule bemerkte, welche bei dem Luftapparat nicht stattfanden, erklärt sich durch die Condensation des Dampfs in der Wasserröhre, welche um so beträchtlicher wird, je geringer die Geschwindigkeit des ausströmenden Dampfes ist. Auch konnte es aus demselben Grunde nicht befremden, dafs sich bald kein Steigen der Flüssigkeit mehr zeigte, indem der Dampf stets an Tension verlor, daher die Condensation immer zunahm, und zufolge dieser beiden Ereignisse die Erhebung der Wassersäule gehindert wurde.

Damit demnach der Versuch gelinge, müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

1) Mufs der Dampf eine *bedeutende Spannkraft* besitzen;
2) darf die Saugröhre *nicht zu enge* seyn, damit die Luft dem Dampf eine gehörige Berührungsfläche anbiete;
3) darf keine Flüssigkeit, welche guter Wärmeleiter ist, z. B. Quecksilber, angewendet werden, indem sonst die Dampf-Condensation zu stark wird;
4) mufs man, ehe die Saugröhre in das Wassergefäfs gesetzt wird, den Hahn *e* öffnen, um zu sehen, ob kein Wasser mit dem Dampf herausgeworfen werde, in diesem Falle aber den Dampf so lange ausströmen lassen, als sich noch Wasser zeigt, sodann aber den Hahn bis zum Anfang des Versuchs schliefsen.

Der Gedanke:

die Adhäsion des Dampfes an die atmosphärische Luft als bewegende und vorzüglich als hebende Kraft zu benutzen.

lag zu nahe, als dafs er sich nicht sogleich angeboten hätte, besonders da sich nur sehr geringe Schwierigkei-

ten der Anwendung im Grofsen entgegenzustellen schienen. In der That, eine Saugröhre mit Ventil und einem durch einen Hahn verschliefsbaren Ausgufsrohr, die hölzerne Saugkappe und ein Dampfkessel, ist alles zu einer Dampfsaugpumpe Erforderliche. Denn nachdem man den Hahn des Ausgufsrohrs, welches in einer solchen Erhöhung über dem Wasserspiegel angebracht seyn mufs, dafs die Wassersäule über dasselbe hinaufgesogen werde, geschlossen hat, darf man nur das Dampfrohr öffnen, um das Wasser zu heben, sodann dieses schliefsen und jenen öffnen, um den Ausflufs des Wassers zu bewerkstelligen, jedesmal aber die Wiedereröffnung des Dampfhahns vornehmen, ehe das Wasser in der Saugröhre bis zur Ausgufsröhre gesunken ist, um einen ständigen Ausflufs zu erhalten.

Dafs dieses System durch bekannte mechanische Mittel mit Leichtigkeit zur wünschenswerthesten Vollkommenheit gebracht werden könne, ist augenfällig, dafs aber auch das Wasser durch einen und denselben Kessel zu *jeder Höhe* gehoben werden könne, ist ebenfalls leicht einzusehen; wenn man sich in die Saugkappen eine Reihe von Röhrenetagen, welche in ihre besondern Behälter ausgiefsen, Dampfröhren angebracht denkt, die von demselben Kessel ausgehen.

Unübertrefflich würde die Einfachheit einer solchen Pumpe seyn, welche ohne Kolben und Gestänge, ohne gut ausgearbeitete Röhren, ohne polirte Stiefel, ohne andere betreibende Maschinen, als einen Dampfkessel, auch hinsichtlich des Aufwands der ersten Anschaffung gegen alle andere ohne Vergleich wohlfeil wäre. Aber mit Recht tritt das Capital der ersten Anschaffung bei allgemeiner Vergleichung in den Hintergrund gegen die Anforderung der Betriebsauslagen.

Eine Hauptfrage bleibt also diejenige der Oeconomie des Betriebs, sie will: *die Vergleichung der Wirkung des Dampfs durch Druck und durch Hub, d. h.*

durch die Adhäsion des Wasserdampfs an die atmosphärische Luft.

Diese Frage umfassend und genau zu beantworten, dürfte vorerst zu unübersteiglichen Hindernissen führen, da die hiezu erforderlichen quantitativen Resultate sich nur zu leicht dem Forscher entziehen; indessen läſst sich für die Technik auf einfachem Wege eine brauchbare Näherung finden.

Hiezu bediene man sich eines Dampfkessels, welcher zwei möglich gleiche Dampfröhren hat, die mit gleichen Hähnen versehen sind. Man bringe die Saugkappe der Saugröhre an das Ende des einen Dampfrohrs so an, daſs dieses etwas in die Kappe hineinreicht, und befestige ein mit Quecksilber zum Theil gefülltes Heberbarometerrohr f (Fig. 9. Taf. II.), welches an beiden Enden offen ist und die Stelle des Manometers vertritt, dampfdicht in das Ende des andern Dampfrohrs; man setze das freie Ende des Wasserrohrs in ein mit destillirtem Wasser angefülltes Gefäſs d, das von bekanntem Inhalt und eingetheilt ist, dieses Gefäſs aber stelle man endlich in eine Schüssel g, welche bestimmt ist das übergetretene Wasser aufzunehmen. Die Quecksilberröhre ist mit einer Eintheilung versehen, und es dient zur Controlle, wenn man auch eine Eintheilung an der Wasserröhre anbringt, obgleich diese entbehrlich ist.

Vor Allem messe man nun, wie viel Wasser die Wasserröhre in dem Behälter verdrängt, wenn sie bis zu einer bestimmten Tiefe eingehenkt ist, bei welcher Eintauchung sich alsdann das Gefäſs bis an den obersten Eintheilungsstrich angefüllt befindet; dieses bemerkte Quantum hat man stets von dem abgelesenen, aus dem Gefäſs gesogenem Volum abzuziehen, um die wirklich gehobene Wassermenge zu erhalten

Man öffne nun den Dampfhahn h, welcher an der Röhre ist, an der sich das Manometer befindet; der zur Saugkappe führende Hahn c aber bleibe verschlossen.

Der Dampf mit dem Quecksilber des Manometers in Berührung, wird dasselbe nach und nach erheben; bemerkt man sich nun den Stand der Quecksilbersäule und öffnet in demselben Augenblick den Hahn der Saugkappe, so fällt die Flüssigkeit im Manometer, während der Dampf das Wasser aus dem Gefäfs in die Saugröhre hinaufzieht. Es ist nun klar, dafs das Fallen des Quecksilbers im Manometer durch das Entweichen des Dampfes bewerkstelligt werden müfste, welcher den Raum ausgefüllt hatte, den das Quecksilber hiebei durchlief, und dafs daher dieses Dampfquantum gleich dem durch die Saugkappe entwichenen, welcher die beobachtete Wassermenge aufgesogen hatte, gesetzt werden konnte, so dafs also *das Volum Quecksilber, welches den durch den Fall verlassenen Raum ausgefüllt hatte, als das Resultat des Drucks* des Dampfquantums angesehen werden dürfte, während *der gehobene Wasserkörper der Repräsentant der Saugwirkung* derselben Dampfmenge von gleicher Tension würde.

Nach dieser Ansicht wurde nun eine Reihe von Versuchen angestellt. Drei Beobachter und ein den Dampfhahn dirigender Gehülfe wurden zu denselben verwendet.

Der erste Beobachter gab, wenn das Quecksilber die gewünschte Höhe erreicht hatte, das Zeichen zum Oeffnen des Dampfhahns, augenblicklich rief der zweite am Saugrohr befindliche Beobachter den Stand des Wassers in dem Behälter, worauf der erste den Quecksilberstand ablas, der dritte Beobachter aber, die Wassersäule angab, welche sich durch Condensation des Dampfs sowohl, als durch Uebertreten des Wassers aus dem Dampfkessel, in der kurzen Röhre des Manometers gesammelt hatte. Dieses Wasserquantum mufste zu der Quecksilbersäule hinzugenommen werden, indem dieselbe durch dessen entgegengesetzte Wirkung abgekürzt worden war. Endlich wurde das bei vollem Wassergefäfs in die Schale getretene Wasser gemessen, um es alsdann

zu der gehobenen Wassersäule hinzu zu addiren, da dieses Wasser nur durch Condensation erzeugt seyn konnte, und also der zu hebenden Wassersäule entgegengewirkt hatte.

Folgende Tabelle ist das Resultat von 80 Versuchen.

Vergleichungstabelle der Wirkung des Wasserdampfes durch Druck und durch Adhäsion an die atmosphärische Luft.

No.	Stand des Heber-Manometers beim Anfang des Versuchs.	Verhältnifszahl der Wirkung des Drucks zu der des Hubs.	Barometer Par. Zoll.	Thermom. Reaum.
1.	8″ Neu-Bad. 16″	6:9	27,95	14°
2.	9 - - 18	8:9	dito	dito
3.	10 - - 20	5:6	dito	dito
4.	11 - - 22	5:6	27,37	15°
5.	12 - - 24	5:6	dito	dito
6.	13 - - 26	1:2	dito	dito
7.	14 - - 28	1:2	dito	dito
8.	15 - - 30	2:5	dito	dito

Von diesen Versuchen haben diejenigen sbb No. 5. aufgeführten, unter einem Druck von 24″ Quecksilberhöhe, die wünschenswertheste Uebereinstimmung, während die andern nicht so zuverlässig sind; nichts destoweniger erhalten sie durch das merkwürdige Fortschreiten ihrer Resultate einigen Werth; denn nach ihnen scheint es, dafs sich die Wirkung des Dampfes durch Adhäsion im Verhältnifs zu derjenigen durch Druck immer mehr steigere, je gröfser die Tension des Dampfes wird, so dafs vielleicht (Vergl. No. 5. u. 6.) das Wachsen der Tension nach arithmetischer Progression eine Zunahme der Wirkung durch Adhäsion nach irgend einer geometrischen Reihe veranlassen dürfte.

Es scheint hienach die Anwendung des Dampfes durch Adhäsion an die atmosphärische Luft auch in ökonomischer Hinsicht sehr vortheilhaft zu seyn, und sich also Alles

zu

zu vereinigen, diese neu entdeckte Kraft der Technik zu empfehlen.

Weiter umfassende Versuche müssen jedoch über ihren wahren Werth entscheiden.

Sollten diese Versuche das oben vermuthete Gesetz bestätigen, so dürfte es zu einer genügenden Erklärung der auffallenden Beobachtung von Perkins führen.

Bekanntlich bemerkte einst dieser Mechaniker mit Ueberraschung, dafs der Generator seiner Dampfmaschine gesprungen war, und doch, ungeachtet der sehr hohen Spannung des Dampfes, kein Ausströmen desselben an dem Sprung stattfand, sondern dafs die Maschine nach wie vor fortging; dafs aber, sobald die Tension des Dampfes abgenommen hatte, der Dampf aus dem Rifs ausströmte. Man weifs, wie hierauf Perkins diese Erfahrung dadurch bekräftigte, dafs er in einen Generator ein Loch bohrte, dieses mit einer Röhre nebst Hahn versah, letzteren alsdann bei hoher Spannkraft des Dampfes öffnete, und auch hier wieder dasselbe Resultat erhielt: Nichtausströmen des Dampfes bei sehr hoher Spannkraft, Ausströmen nach Verminderung derselben.

Alle bisher aufgestellten Erklärungen dieses Phänomens konnten nicht genügen; ist nun aber das vermuthete Adhäsionsgesetz vorhanden, so scheinen die Schwierigkeiten beseitigt.

Die Wirkung des Dampfs von hoher Elasticität durch Adhäsion an die atmosphärische Luft ist nach diesem Gesetz viel beträchtlicher, als seine Druckwirkung; Dampf von hoher Tension wird also, weit entfernt die Luft hinwegzudrücken und auszuströmen, dieselbe *anziehen* und mit sich nach dem Ort seiner einmal begonnenen Ausströmung hinreifsen, so dafs ein *Luftzug nach Innen* erzeugt werden mufs. Hat sich nun aber die Tension des Dampfes vermindert, so wird sich das Verhältnifs zwischen Druck und Saugwirkung anders gestalten, der Druck wird vorherrschen, und der Dampf daher *ausströmen.*

Obgleich nun selbst im günstigsten Fall die neue Kraft die Druckmaschinen nicht zu verdrängen im Stande seyn kann, so dürfte ihre Anwendung die Druckmaschine dennoch in vielen Fällen höchst vortheilhaft ersetzen.

Auch mancher eigenthümlichen Anwendung ist dieselbe fähig; so kann ein Dampfsaugapparat einen sehr kräftigen *Wettersauger* abgeben, etc.

Einen neuen Mefsapparat verspricht also die kaum begonnene Arbeit, welche ich dieser hochansehnlichen Versammlung vorzulegen die Ehre hatte, der Wissenschaft, eine neue Kraft der Technik, und ich glaube daher keiner Entschuldigung zu bedürfen, den Gegenstand derselben Ihrer Aufmerksamkeit empfohlen zu haben.

Nachtrag.

Es haben sich gegen einige Punkte des so eben mitgetheilten Vortrags Zweifel erhoben, welche von zu gewichtiger Art zu seyn scheinen, als dafs sie von mir mit Stillschweigen übergangen werden dürften, indem sie nicht nur die Erklärung des dem neuen Apparat zu Grunde liegenden Versuchs als unzulässig bezeichneten, sondern sogar die Ansicht enthielten, dafs zwischen den Schichten der Atmosphäre überhaupt gar keine Adhäsion stattfinde.

Ob es mir gleich unerklärlich scheint, wie man die Adhäsion verschiedener Luftarten an einander als sehr beträchtlich zugeben und zugleich diejenige gleicher Gasarten als Null betrachten könne, so soll dennoch diese gezwungene Hypothese hier vorerst angenommen und untersucht werden, ob sich ohne Annahme der Adhäsion der Luftschichten eine Erklärung des vorliegenden Versuchs geben lasse.

Das Wasser in der Saugröhre kann nur dadurch steigen, dafs über der zu hebenden Flüssigkeit eine Druckverminderung erzeugt werde; diese Verminderung des Drucks aber ist nur denkbar:

1) Durch Verminderung der drückenden Masse, welche auf der Oberfläche der Flüssigkeit lastet.

2) Durch Veränderung der Direction des Drucks.

Nun findet aber offenbar, ohne Adhäsion der Luftschichten, nicht nur keine Veränderung der drückenden Masse bei dem zu erklärenden Versuche, sondern im Gegentheil eine Vermehrung derselben statt, indem der in der Saugkappe befindliche Luftkörper von einfacher Dichtigkeit durch einen Luftkörper von gröfserer Dichtigkeit, also durch ein gröfseres Gewicht verdrängt und ersetzt wird; es könnte demnach nicht nur kein Erhobenwerden der Flüssigkeit bewirkt werden, sondern dieselbe müfste sogar sinken. Die Veränderung der Direction des Drucks ist nun aber hier allerdings vorhanden, indem der durch die Kappe gejagte Luftkörper unter einem Winkel von 90° mit der Richtung des anfänglichen verticalen Drucks über die auf der Flüssigkeit stehende Luftsäule streicht, während der übrige Theil der Atmosphäre die verticale Druckdirection beibehält.

Die Höhe des bewegten Theils der drückenden Säule ist nun aber als Null hinsichtlich ihrer ganzen Höhe zu betrachten, da erstere nur einige Linien beträgt. Die Veränderung in ihrer Druckkraft kann daher in keinem Falle eine merkliche Gleichgewichtsstörung, oder, was dasselbe ist, eine wahrnehmbare Erhöhung der Flüssigkeit in der Röhre hervorbringen; denn nähme man auch den Luftkörper von der Höhe des Durchmessers der Düsenöffnung nur von dem Querschnitt der Röhre als gänzlich hinweggenommen an, und setzte diese seine Höhe etwa auf 4''', so würde das Wasser $\frac{4}{800}$''' steigen *und nicht* 6 *Neu-Bad. Zolle.*

Es bleibt daher nichts Anderes zur Erklärung des angegebenen Versuchs übrig, als die Verminderung der drückenden Masse durch *die Adhäsion der Luftschichten* anzunehmen; eine Annahme, welche überall auf Ana-

logieen trifft, und, wie ich zu hoffen wage, bald allg mein gestattet werden wird *).

Aus denselben Gründen kann auch nur *Adhäsi des Wasserdampfes an die atmosphärische Luft* d Wasser in dem Dampfsaugeapparat erhoben haben.

Unter manchen Erscheinungen, welche nun eine g nügendere Erklärung als früher gestatten dürften, gehö vorzüglich das Fallen des Barometers während der Stürm was wohl einen Hauptgrund in der Adhäsion der Lu schichten finden möchte, und es scheint, dafs die Theor der Winde und überhaupt die ganze Meteorologie, w das gesammte Gebiet der Aërodynamik nun manchen nic unwichtigen Erweiterungen entgegen sehen könne.

*) Der hier behandelte Gegenstand ist gewifs von vielem Interess und einer mehrseitigen Beleuchtung werth, zumal die Theor der Bewegung elastischer Flüssigkeiten noch nicht so weit g diehen ist, als dafs sie über jeden einzelnen Umstand eines s verwickelten Vorganges Rechenschaft ablegen könnte. Was i defs die Ansichten des geehrten Verfasses dieser Abhandlung b trifft, so mufs ich aufrichtig bekennen, dafs ich wenig mit ihn einverstanden seyn kann. Eine Adhäsion zwischen Lufttheilche seyen sie nun gleicher oder verschiedener Natur, ist meines Wi sens durch keine bisherige Erfahrung bewiesen, und steht au zu sehr in Widerspruch mit der wohl bekannten Repulsion d Theilchen unter sich, als dafs die Existenz derselben einige Wah scheinlichkeit erlangen sollte. Ich kann mich daher auch nic entschliefsen die Erklärung des Verfassers gegen die zu verta schen, welche die HH. Hachette, Poisson, Biot und N vier bei Gelegenheit der ähnlichen Clement'schen Versuc ausgesprochen haben (dies. Ann. 86. S. 265. und Bd. 91. S. 496. — Auch möchte ich vor der Hand den Nutzen der in Rede st henden Erscheinung für die Technik in Zweifel ziehen, weni stens in der Gestalt, in der sie vom Verfasser und früher sch von einem Engländer (dies. Ann. Bd. 86. S. 287.) hervorger fen ist, da man durch eben so einfache Mittel, ja selbst mit de vom Hrn. Verfasser gebrauchten Dampfkessel, wenn man ihn a Savery'sche Dampfmaschine benutzt, leicht eine 40 Mal gr fsere Wirkung erreicht. Indefs will ich damit keineswegs d Anwendbarkeit dieser Erscheinung gänzlich läugnen, sonde möchte den Verfasser sehr rathen, in dieser Beziehung seine B mühungen fortzusetzen, zu denen er in den Versuchen von Ewa (dies. Ann. Bd. 91. S. 309. und 493.) gewifs noch manche nützlichen Fingerzeig finden wird. *P.*

VI. *Ueber Edmund Davy's schwarzen Platinniederschlag und über die Eigenschaft des Platinschwamms, das Wasserstoffgas zu entzünden; von Justus Liebig.*

Edmund Davy erhielt, als er schwefelsaures Platinoxyd mit Weingeist erhitzte, unter Entfärbung der Flüssigkeit, einen schwarzen, zarten, abfärbenden Niederschlag, welcher trocken einen ätherartigen Geruch und die merkwürdige Eigenschaft besafs, durch Befeuchtung mit Weingeist glühend zu werden, und so lange fort zu glühen, als noch Weingeist vorhanden war, wobei er sich in Essigsäure verwandelte.

Davy hielt diesen Körper für salpetrichtsaures Platinoxyd, verbunden mit einer organischen Substanz, obgleich schon seine Bereitungsart dem ersteren widerspricht. Nach demselben wird er bei dem Erhitzen unter Zischen und einem rothen Flämmchen zu Platin reducirt, verbrennt schwach im Sauerstoffgase, und liefert, bei abgehaltener Luft erhitzt, Sauerstoff, Kohlensäure, salpetrige Säure und Platin; von Alkalien wird er nicht angegriffen, aber von Salzsäure langsam aufgelöst.

Döbereiner (Schweigger's Journ. Bd. 38. S. 322.) hat darauf dieses Präparat auf sein Verhalten gegen verschiedene elastische Flüssigkeiten untersucht, und gefunden, dafs es alle brennbaren Gasarten, aber kein Sauerstoffgas und keine Kohlensäure absorbirt; er bemerkte ferner, dafs es, mit Wasserstoffgas gesättigt und mit Sauerstoffgas in Berührung gebracht, beide disponirt, sich zu Wasser zu vereinigen, wobei durch die freiwerdende Wärme das Platinpräparat glühend wird. Er vermuthete, dafs das metallische Platin, fein zertheilt, eine ähnliche Wirkung hervorbringen dürfte, und kam auf diese Weise

auf die merkwürdige Erscheinung der Entflammung des Wasserstoffgases durch Platinschwamm.

Man wird sehen, dafs diese Entdeckung das nothwendige Resultat und die Folge einer genaueren Untersuchung des schwarzen Platinpräparats hätte seyn müssen.

Döbereiner gab später eine andere Methode zur Darstellung dieses Körpers; er erhielt ihn durch Behandlung des Chlorplatinkaliums mit Weingeist.

Zeise hat ferner (*Kongl. Danske Vidensk. Selskabs Forhandl.* 1825—26, *p.* 13.) eine Platinverbindung beschrieben, die er für eigenthümlich hält; man erhält diese Substanz, wenn man Platinchlorür mit 12 Weingeist von 0,813 in einer Retorte gelinde erhitzt, bis das Chlorür schwarz und die Flüssigkeit klar und farblos wird, es bildet sich Salzäther und die Flüssigkeit wird sauer. Der Niederschlag wohl ausgewaschen und getrocknet, entzündet sich erhitzt, auch ohne Zutritt der Luft, mit einer schwachen Verpuffung oder Verglimmung, wobei Kohlensäure, Sauerstoffgas, und etwas durch Essigsäure saures Wasser frei wird. Dasselbe findet im Alkoholdampf statt; im Aether, Petroleum, Terpentinöl entzündet er sich aber nicht.

Man wird auch ohne Versuche anzustellen aus dem so ähnlichen Verhalten dieser drei nach so verschiedenen Methoden dargestellten Präparate schliefsen, dafs sie einen und denselben Körper verbunden oder verunreinigt mit fremden Substanzen enthalten, die seine Eigenschaften mehr oder weniger modificiren. Ich habe dieses Präparat nach den erwähnten drei Methoden dargestellt und einer Untersuchung unterworfen; ich habe gefunden, dafs keine dieser Methoden ihn völlig rein liefert. Bereitet man dieses Präparat nach Davy's Methode, so enthält es salpetrige Säure; kocht man es nun wiederholt mit Kali und Wasser aus, und erhitzt es alsdann im trocknen Zustande, so erhält man keine Spur salpetriger Säure; dafs diese nicht zu seiner Zusammensetzung gehört, geht daraus hervor, dafs durch ihre Entfernung

mittelst des Kalis die Eigenschaften des schwarzen Präparats durchaus nicht verändert werden. Leitet man über das Zeise'sche oder Döbereiner'sche Präparat, welches in einer Glasröhre enthalten ist, Wasserstoffgas, und erhitzt es nach und nach bis zum Glühen, so erhält man keine Spur Wasser, wodurch ein Gehalt von Sauerstoff problematisch wird; man erhält aber hydrochlorsaures Gas, ein Beweis, dafs beide noch Chlorverbindungen enthalten.

Nach der folgenden Methode erhält man diesen Körper völlig rein und frei von fremden Substanzen.

Man bereitet sich Platinchlorür, durch anhaltendes starkes Erhitzen des Chlorids; man übergiefst das gelblichgrüne Chlorür, in einem weiten Kolben, mit einer concentrirten Auflösung von Kali, worin es sich beim Erhitzen gänzlich zu einer schwarzen, wenig durchsichtigen Flüssigkeit auflöst. Man giefst nun in die noch heifse Flüssigkeit, welche man vom Feuer entfernt, nach und nach, in kleinen Portionen, Weingeist und schüttelt jedesmal gut um; es entsteht nach wenigen Augenblicken ein heftiges Aufbrausen; es entwickelt sich eine Menge Kohlensäure, und es schlägt sich ein sehr schweres sammtschwarzes Pulver nieder, welches zuerst mit etwas Weingeist, dann mit Salzsäure, hierauf mit Kali, und zuletzt 4 bis 5 Mal mit Wasser ausgekocht, hierauf wohl ausgewaschen und in einer Porcellanschaale getrocknet wird, ohne es mit einem Filter oder mit einer andern organischen Substanz in Berührung zu bringen.

Dieses schwarze Pulver fühlt sich körnig und rauh an; es besitzt durchaus keinen ätherartigen Geruch; in der Luft und im Sauerstoffgas erhitzt, entzündet es sich nicht; im Wasserstoffgas erhitzt, bildet sich kein Wasser; bei starkem Glühen in der Luft verliert es nichts an seinem Gewichte; mit Weingeist befeuchtet, braust es nicht auf; durch Kochen mit Kali und Salzsäure wird es durchaus nicht verändert; in Königswasser löst es sich beim

Erhitzen schnell und ohne Rückstand zu einer völlig klaren Flüssigkeit auf, die weiter nichts als Platinchlorid enthält.

Mit Weingeist schwach befeuchtet, wird es augenblicklich lebhaft glühend, und glüht so lange fort, als noch Weingeist vorhanden ist, wobei es sich in Essigsäure verwandelt.

Bringt man es, mit Weingeist befeuchtet, in eine Glocke, welche mit Sauerstoffgas gefüllt und mit Quecksilber gesperrt ist, so steigt das Quecksilber in die Höhe, es bildet sich Essigsäure ohne Spur von Kohlensäure, das Sauerstoffgas ist nach einigen Tagen zum großen Theil absorbirt. Es entsteht neben der Essigsäure aber noch eine ätherartige Substanz, welche ich dem Geruche nach für Essigäther zu halten geneigt bin.

Leitet man einen Strom Wasserstoffgas in der Luft auf diese Substanz, so entflammt sich das Gas augenblicklich.

Durch Druck oder Reibung von Stein auf Holz, nimmt das schwarze Pulver einen völlig reinen weißen Metallglanz an; sein specifisches Gewicht beträgt, mit einer sehr genauen Waage bestimmt, nach drei verschiedenen Versuchen, 17,572; 15,780; 16,319.

Nach diesem Verhalten ist dieses schwarze Pulver nichts weiter als höchst fein zertheiltes metallisches Platin, und nur durch seine größere Zertheilung von dem Platinschwamm verschieden; der letztere besitzt seine Eigenschaften aber in einem ungleich geringeren Grade.

Wenn es nöthig seyn sollte, irgend einen Zweifel darüber noch zu heben, so darf ich nur anführen, daß das metallische Platin, welches aus einer sehr sauren Auflösung des Chlorids vermittelst Zink gefällt ist, die nämlichen Eigenschaften besitzt; es stellt ein schwarzes Pulver dar, welches, mit Weingeist schwach befeuchtet, glühend wird. Vermeidet man das Erglühen durch Benetzung mit mehr Weingeist, so wird es bestimmt, wie bei dem

andern Präparate, Essigsäure zu bilden. Schlägt man das Platin aus einer mehr neutralen Auflösung des Chlorids durch Zink nieder, so erhält man bekanntlich zusammenhängende graue Stücken des Metalls, welche diese Eigenschaft nicht besitzen.

Der Platinschwamm besitzt übrigens dieselbe Fähigkeit, wenn auch nicht bei der gewöhnlichen Temperatur. Reducirt man den Platinsalmiak durch eine schwache Glühhitze, so dafs sich der Platinschwamm als ein höchst feines, lockeres, wenig zusammenhängendes Pulver darstellt, erhitzt man ihn bis zur Siedhitze des Wassers, und befeuchtet man ihn alsdann tropfenweise mit gewöhnlichem Weingeist, so wird er sogleich glühend und der Weingeist verwandelt sich in Essigsäure; man weifs schon lange, dafs ein *glühender* Platindraht dieselbe Wirkung auf den Weingeistdampf ausübt.

Ich habe mehrmals aus der Platinchloridauflösung durch Zink das Platin als ein graues Pulver erhalten, welches, in Berührung mit Weingeist, nicht glühend wurde, und welches dabei keine Essigsäure bildete; der Weingeist wurde dessenungeachtet zerlegt, aber dabei Produkte erzeugt, die ich mit keinen bekannten vergleichen kann.

Brachte ich dieses graue Pulver mit Weingeist befeuchtet unter eine Glasglocke, so verschwand er nach einigen Stunden völlig; statt des Weingeistdampfes war die Glocke mit einem Gas angefüllt, welches bei dem Einathmen den Athem völlig stocken machte, und dieses Gas war keine Kohlensäure. Füllt man eine Glocke, die mit einer Röhre in Verbindung steht, welche in Wasser taucht, über Quecksilber mit Sauerstoffgas an, und bringt in dieselbe dieses graue mit Weingeist befeuchtete Platinpulver und zugleich eine Auflösung von Aetzkali, und zwar so, dafs die Kalilösung das Pulver nicht berührt, so bemerkt man an dem Steigen des Wassers in der Röhre die beträchtliche Absorption, welche das Sauer-

stoffgas erleidet, man bemerkt aber ferner, daſs sich die Kalilösung gelb färbt, und daſs sich in derselben ein gelber flockiger Niederschlag absondert, der kein Platin enthält.

Bringt man in eine umgestürzte Glasglocke eine Kalilösung, läſst eine Porcellanschaale darauf schwimmen, in welcher das graue Platinpulver mit Weingeist befeuchtet enthalten ist, stürzt alsdann einen Trichter darüber, durch dessen obere Oeffnung die Luft ungehindert Zutritt hat, so bemerkt man nach einigen Stunden diese eigenthümliche gelbe Färbung der Kalilösung; sie nimmt beständig zu, bis sich nach mehreren Tagen ein gelber Niederschlag bildet, der sich ebenfalls beständig vermehrt. Die Flüssigkeit nimmt dabei eigenthümlichen Geruch an, welcher fett- oder seifenartig und sehr widrig ist; durch zugesetzte Salzsäure wird er stärker, aber man bemerkt kein Aufbrausen.

Das durch Weingeist aus der Auflösung des Chlorürs im Kali reducirte Platin, das ich, um Umschreibungen zu vermeiden, *Platinschwarz* nennen will, besitzt die Eigenschaft, eine Menge Gasarten einzusaugen und hartnäckig zurückzuhalten, im höchsten Grade.

Wenn man unterläſst es mit Wasser wohl auszukochen, oder wenn man es mit Weingeist befeuchtet und an der Luft trocknet, so kann der Weingeist, von welchem ein Theil zurückgehalten wird, unter der Luftpumpe nicht wieder ausgetrieben werden.

Versucht man, es in diesem Zustande über siedendem Wasser zu trocknen, so wird es auf einmal glühend, und darunter liegendes Papier verkohlt sich; ich habe selbst die Beobachtung gemacht, daſs Platinschwarz, welches nicht völlig frei von Alkohol war, bei dem Herumrühren mit einem Glasstabe in einer heiſsen Porcellanschaale, worin es getrocknet worden war, indem es auf einmal mit viel Luft in Berührung kam, sich plötzlich entflammte. Diese Erscheinungen treten niemals ein, wenn

das Platinschwarz durch anhaltendes Auskochen mit Wasser vom anhangenden Alkohol völlig befreit worden ist.

Wenn übrigens auch von Alkohol völlig freies Platinschwarz unter der Luftpumpe über Schwefelsäure getrocknet wird, und wenn man alsdann die Luft schnell zuläfst, so wird durch die Einsaugung und Verdichtung der atmosphärischen Luft und der dadurch frei werdenden Wärme das Platinschwarz so heifs, dafs es glühend wird, und Papier, worin es eingewickelt ist, verbrennt. Das beschriebene Platinschwarz, so wie das Zeise'sche, welches noch Chlorür enthält, entzündet mit Leichtigkeit den Aether, so dafs er in Flamme ausbricht. Um diese Erscheinung hervorzubringen, ist es nöthig das Platinschwarz mit dem Finger in einer Porcellanschaale mit Wasser fein abzureiben, scharf zu trocknen und alsdann mit Aether zu befeuchten; es wird dadurch noch nicht glühend, denn durch die schnelle Verdampfung von einem Theil des Aethers, wird die Anhäufung der Wärme, die dazu nöthig ist, völlig gehindert. Schüttet man aber nun auf das noch feuchte Pulver eine gewisse Quantität von dem trocknen Platinschwarz, so dafs dieses nur auf den Aetherdampf wirkl, der das feuchte umgiebt, so glüht es augenblicklich, und der Aether entflammt sich.

Ich glaube nicht, dafs der Gehalt an fremden Substanzen in dem Davy'schen, Döbereiner'schen und Zeise'schen Präparate die Eigenschaften desselben verändert, sondern dafs im Gegentheile durch eine gewisse Menge von fremden Körpern, die eine noch gröfsere Vertheilung des Platins bewirken, seine Eigenschaften vermehrt und erhöht werden.

Ich habe zu der Auflösung des Platinchlorürs in Kali eine beträchtliche Quantität salpetersaures Kupfer zugesetzt, und das Platin alsdann durch Kochen mit Weingeist niedergeschlagen. Die Quantität Kupferoxyd, mit welcher das Platinschwarz auf diese Art gemengt wurde,

betrug wenigstens das Doppelte davon; nichtsdestoweniger war seine Eigenschaft, mit Weingeist zu erglühen, durchaus nicht vermindert.

Ich hatte anfangs versucht, durch bloſses Erhitzen des Platinoxyduls mit Weingeist Platinschwarz zu gewinnen, und zu diesem Zweck nach der bekannten Methode Platinoxydul dargestellt.

Wie man weiſs, erhält man durch Behandlung des Platinchlorürs mit verdünnter Aetzkalilösung einen voluminösen schwarzen Niederschlag; wenn man diesen sorgfältig auswäscht und trocken oder noch feucht mit Weingeist kocht, so erhält man das Platinschwarz ebenfalls; man bemerkt aber dabei stets die Bildung von Salzäther, welches einen Gehalt von Chlorür voraussetzt. Es ist mir nicht gelungen, dieses Chlorür aus dem Oxydul zu entfernen, denn nimmt man eine concentrirtere Aetzkalilösung, so erzeugt sich kein Niederschlag, sondern das Chlorür löst sich zu einer schwarzen Flüssigkeit auf, deren Farbe nicht von fein zertheiltem Metall oder Oxydul herrührt. Wenn ich daraus schlieſse, daſs das Platinoxydul in reinem Zustande noch nicht bekannt ist, so hat diese Meinung die Versuche eines zu genauen Beobachters gegen sich, als daſs man sie wahrscheinlich finden dürfte; es beweisen aber die folgenden Versuche, daſs es wenigstens noch eine Oxydationsstufe des Platins geben muſs, die bis jetzt noch nicht bekannt ist. Vermischt man nämlich eine neutrale Chloridauflösung mit schwefligsaurem Ammoniak, so wird die Flüssigkeit völlig farblos; setzt man alsdann etwas reines Ammoniak hinzu, so bildet sich ein dicker *weiſser* Niederschlag, der sich in der Wärme wieder auflöst und beim Erkalten nicht wieder niederfällt. Setzt man zu diesem weiſsen Niederschlag auf's Neue Platinchlorid und etwas Salzsäure hinzu, so verschwindet er und es erzeugt sich ein grüner Niederschlag, welcher Platinchlorür ist.

Eine Auflösung von Platinchlorid wird durch schwef-

ligsaures Kali völlig farblos, ohne dafs sich ein Niederschlag bildet. Die Flüssigkeit wird, mit verdünnter Salzsäure und alsdann mit Chlorbaryum vermischt, von dem Letzteren weifs gefällt, sie färbt sich durch Stehen an der Luft wieder gelb, und wird weder durch Kochen mit überschüssigem Kali, noch durch Ammoniaksalze gefällt.

Nachdem ich glaube bewiesen zu haben, dafs die Eigenschaften von Davy's, Zeise's und Döbereiner's Platinpräparate dem feinzertheilten metallischen Platin angehören, so ist es leicht, die Ursache aufzufinden, welche das Wasserstoffgas, so wie den Weingeist, den Aether bei Berührung mit Platinschwamm oder Platinschwärze bestimmt, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden.

Man weifs aus Döbereiner's Versuchen, dafs das Platinschwarz die Eigenschaft besitzt, eine Menge Gasarten einzusaugen, so wie aus den Versuchen Davy's, dafs es sehr viel Ammoniakgas absorbirt. Vergleicht man damit die Eigenschaft der ausgeglühten Holzkohle, so findet man eine aufserordentliche Uebereinstimmung, nur mit dem Unterschiede, dafs das Platinschwarz die Kohle unendlich darin übertrifft.

Nach den Angaben Döbereiner's absorbiren 100 Gr. Platinschwarz 20 Cubikzolle Wasserstoffgas; nimmt man nur 15 an, indem man 5 von den 20 auf Rechnung des Sauerstoffgases bringt, welches von dem Platinschwarz in der Luft absorbirt war, und das mit dem Wasserstoffgas Wasser gebildet hat, und berechnet danach das Volumen des Wasserstoffgases, verglichen mit dem Volumen des Platinschwarzes, in dem man 16 als das mittlere specifische Gewicht desselben annimmt, so erhält man das ungeheure Volumen von 728 Cubikzollen Wasserstoffgas, die von einem Cubikzoll Platinschwarz verdichtet werden; ich glaube, dafs dieses Verhalten zur Erklärung der so abnormscheinenden Eigenschaft des Platinschwarzes und des Platinschwamms vollkommen genügt.

Erwägt man, dafs die Verwandtschaft des Eisens zum Sauerstoff, wenn es demselben in Gestalt des höchst feinen Pulvers dargeboten wird, in welchem man es durch Reduction seiner Oxyde vermittelst Wasserstoffgas erhält, in dem Grade sich erhöht, dafs es sich entzündet, so kann die Entflammung des Wasserstoffgases bei der so beträchtlichen Verdichtung durch das Platinschwarz und den Platinschwamm, und in der ungemeinen Zertheilung, in welcher es in diesem Zustande dem Sauerstoff der Luft dargeboten wird, um so weniger auffallen. Bei dem erwähnten fein zertheilten Eisen rührt sein Erglühen von der latenten Wärme her, welche das Sauerstoffgas der Luft entläfst, indem es sich an unendlich vielen Stellen in der gleichen Zeit mit dem Eisen verbindet, abgesehen von der Wärmeentwickelung, welche durch die blofse Einsaugung der Luft bewirkt wird.

In dem Platinschwarz und dem Platinschwamm wird eben so durch die blofse Verdichtung des Wasserstoffgases Wärme frei werden; in den meisten Fällen enthalten aber beide schon verdichtete atmosphärische Luft, deren Sauerstoff bei der Absorption des Wasserstoffgases bei einem Grade der Verdichtung, welcher wenigstens dem Drucke gleich ist, der nöthig ist, um das Knallgas in einer Compressionsmaschine zu verdichten, sich mit demselben verbindet, worauf das Erglühen des Platins und die Entflammung des Gases erfolgt. Dafs ein Theil der in dem Platinschwamm enthaltenen verdichteten atmosphärischen Luft, deren Stelle das Wasserstoffgas einnimmt, vertrieben werden mufs, geht schon daraus hervor, dafs z. B. bei den bekannten Feuerzeugen die Entflammung schneller und leichter erfolgt, wenn das Wasserstoffgas schnell hinter einander und stofsweise darauf strömt.

Von der Menge atmosphärischer Luft, welche der Platinschwamm enthält, überzeugt man sich leicht, wenn eine gewisse Portion davon in einer mit Wasser gefüll-

ten Retorte gekocht wird, und man sein absolutes Gewicht mit dem Volumen der Luft und seinem eignen vergleicht.

Der Platinschwamm verliert zuweilen seine Fähigkeit, das Wasserstoffgas zu entflammen, und das Platinschwarz wird, nachdem es mit Weingeist befeuchtet und eine Zeit lang glühend erhalten worden war, nach dem Erkalten durch wiederholte Benetzung mit Weingeist nicht wieder glühend; diefs rührt daher, dafs der glühende Theil bei der hohen Temperatur, welche er besitzt, zusammenschweifst, und in den minder porösen Zustand des Platinschwamms übergeht. Bei dem letzteren ist dieses Zusammenschweifsen ebenfalls eine Ursache seiner Unwirksamkeit; eine andere ist die Verunreinigung mit Staub und Schmutz, und eine dritte beruht auf den Umstand, dafs die darin verdichtete Luft ihres Sauerstoffs beraubt ist; das Ausglühen, das Auskochen mit Salpetersäure hat keinen andern Zweck, als diese Luft auszutreiben und mit neuer zu ersetzen; kocht man den Platinschwamm mit Wasser aus, so erreicht man denselben Zweck mit dem nämlichen Erfolg. Die Zurückführung dieser Eigenschaften auf eine allgemeine, welche alle porösen Körper theilen, läfst nur noch den Umstand zu erklären übrig, woher es kommt, dafs das Platin unter den Gasarten vorzugsweise die brennbaren verdichtet, und dafs dieses, in Beziehung auf das Wasserstoffgas, bei der Kohle gerade umgekehrt ist; ohne Zweifel rührt es zum Theil daher, dafs beide letztere keine Adhäsion zu einander besitzen, und die Gröfse der Atome mag darauf nicht ohne Einflufs seyn; man weifs aber z. B. dafs getrocknetes Holz die Holzkohle, in Beziehung ihrer Fähigkeit Wasserstoffgas einzusaugen, schon übertrifft.

Ich habe schon früher erwähnt, dafs das Platinschwarz eine Menge atmosphärischer Luft einsaugt, und dafs, wenn dieses Einsaugen sehr schnell und in dem Zustande geschieht in welchem man es aus der Glocke der Luft-

pumpe bringt, in der es über Schwefelsäure getrocknet worden ist, das Platinschwarz glühend wird; in dieser Hinsicht wird man zwischen dem brennbaren Wasserstoffgas und der nicht brennbaren atmosphärischen Luft wenig Unterschied finden.

Hr. Professor Schmidt giebt in seinem vortrefflichen Lehrbuch, S. 353., eine Erklärungsart, die, wenn man die mechanische Wirkung des Platinschwamms und des Platinschwarzes nicht als die alleinige Ursache gelten lassen will, am wahrscheinlichsten erscheint. Das Platin nimmt in der Reihe der negativelektrischen Körper eine der ersten Stellen ein, desgleichen der Wasserstoff in der Reihe der positivelektrischen; durch dieses Verhalten ist schon eine starke Wechselwirkung beider Stoffe bedingt. Daſs man keine Elektricität durch das Elektrometer dabei nachweisen kann, darf nicht befremden, da nach den Versuchen von Bequerel bekannt ist, wie äuſserst gering die bei chemischen Actionen thätige Elektricität ist. Wird nun die elektrische Anziehung zugleich mit der physischen Adhäsionskraft durch die lokkere viel Oberfläche und Spitzen darbietende Form des Platinschwamms erhöht, so wird dadurch begreiflich, wie durch die anfangende Verdichtung der Gase und die dadurch freiwerdende Wärme die chemische Wechselwirkung der Gase in den Grad erhöht werden kann, daſs sie sich zu Wasser vereinigen und ihre latente Wärme entlassen.

Dieser Ansicht lieſse sich wenig entgegensetzen, wenn nicht das Verhalten der Kohle, in Beziehung auf ihre Verdichtungsfähigkeit der Gase, derselben widerspräche; denn die Kohle absorbirt und verdichtet Ammoniakgas und salzsaures Gas, zwei polarisch ganz entgegengesetzte Körper, beide in gleicher Menge, der Unterschied von 85 und 90 ist wenigstens nicht groſs. Eine elektrische Action kann mithin die Ursache dieser Fähigkeit nicht seyn. Eben so wenig kann aber die elektrische Differenz bei dem

dem Wasserstoffgas und dem Platin die Ursache einer starken Wechselwirkung seyn. Um die Analogie zwischen dem Platin und der Kohle vollkommen zu machen erwähne ich nur noch den Versuch von Thénard, nach welchem in Kohle, welche Schwefelwasserstoffgas und Sauerstoffgas eingesogen hat, Wasser gebildet und Schwefel in derselben abgesetzt wird.

Bei dieser Analogie ist noch das Sonderbarste der Umstand, dafs beide Körper an und für sich farblos in dem höchsten Zustand der Zertheilung die nämliche, das heifst, eine völlig schwarze Farbe annehmen, so dafs sie durch das Auge nicht von einander unterschieden werden können.

Gegen die angeführte Meinung spricht ferner die Erfahrung, dafs das Platin nicht allein, sondern noch andere Metalle, fein zertheiltes Glas, Porcellan, wenn auch in einer höheren Temperatur, diese Fähigkeit besitzen, bei welchen eine ursächliche Mitwirkung der Elektricität nicht vorausgesetzt werden kann, wenn sie auch vielleicht die Bedingung der Vereinigung, wie bei andern chemischen Actionen, seyn sollte.

Das Erglühen des feinzertheilten Platins in Berührung mit Weingeist scheint eine von der Entflammung des Wasserstoffgases verschiedene Erscheinung zu seyn. Allein wenn man dieses Phänomen aufmerksamer beobachtet, so wird man finden, dafs nur der Theil der Platinschwärze glüht, welcher nicht befeuchtet ist; seine Wirkung erstreckt sich mithin nur auf den Weingeistdampf, von welchem die Platinschwärze, wenn ihre Absorptionsfähigkeit der der Kohle analog ist, eine gröfsere Menge einsaugen und verdichten mufs, als von andern beständigen Gasen. Befeuchtet man alle Theile des Platinschwarzes zu gleicher Zeit mit Weingeist, so bemerkt man das Erglühen nicht, die Essigsäurebildung oder die Oxydation desselben hört aber deshalb nicht auf, sondern sie dauert bei Zutritt der Luft fort, so lange noch Alko-

hol vorhanden ist; diese Oxydation wird aber durch zwei Umstände bedingt, welche man bei Döbereiner's Essiglämpchen nicht aufser Acht lassen darf. Das Platinschwarz darf nur so wenig Weingeist enthalten, dafs es kaum davon befeuchtet ist, so dafs der Luft möglichst viel Berührungspunkte dargeboten werden, und dann darf in der Umgebung des Platinschwarzes der Luftwechsel nicht gehindert seyn.

Der Trichter oder die Schale, worin das Platinschwarz enthalten ist, mufs flach seyn, in einem Gefäfse mit hohem Rande hört die Essigsäurebildung sogleich auf. Man sieht leicht, dafs die Oxydation des Weingeistes ebenfalls lediglich auf der Fähigkeit des Platinschwarzes beruht, Sauerstoffgas einzusaugen, und auf der grofsen Vertheilung, in welcher der Weingeist demselben dargeboten wird. Denn es ist bekannt, dafs mit Wasser verdünnter Branntwein, wenn er der Einwirkung der Luft im höchst fein zertheilten Zustande dargeboten wird, in sehr kurzer Zeit sich in Essig verwandelt.

Nachschrift.

Nicht blofs das graue Platinpulver, sondern auch das Platinschwarz liefert unter denselben Umständen den nämlichen gelben Körper, so dafs mithin zu bezweifeln ist, dafs der Weingeist, nach Döbereiner, nur Essigsäure und Wasser bildet, wenn er sich in Berührung mit dem Platinschwarz oxydirt.

Leitet man Weingeistdampf durch eine nicht zu weite Röhre auf erwärmten Platinschwamm, so wird er augenblicklich lebhaft glühend; dasselbe Phänomen bemerkt man, wenn man Weingeistdampf auf Platinschwarz bei gewöhnlicher Temperatur strömen läfst.

VII. *Beitrag zur Beantwortung der Frage, ob Chlor, Jod und mehrere andere Metalloïde, säuren- und basenbildende Körper wie der Sauerstoff sind; von P. A. v. Bonsdorff.*

(Aus den *Vetensk. Acad. Handling. f.* 1828. *St. I. p.* 174., mit einigen Berichtigungen und Zusätzen vom Verfasser.)

Aufser der elektrochemischen Continuität, welche wir bei den in der elektrochemische Reihe neben einander gestellten einfachen Körpern wahrnehmen, scheint auch eine besondere Analogie, oder, wenn ich mich so ausdrükken darf, Geschlechtsähnlichkeit in ihren rein chemischen Charakteren deutlich stattzufinden; und wenn uns auch die Reihe der einfachen Grundstoffe an gewissen Punkten wie gebrochen erscheint, d. h. einem oder dem andern Elemente, verglichen mit bisher bekannten Körpern, gleichsam sein Nachbarglied fehlt; so zeigt sich dagegen der Zusammenhang bei gewissen einzelnen Reihen von ihnen nur desto merklicher, und die Analogie auf eine bewundernswerthe Weise an den Tag gelegt.

Während die genannte Geschlechtsähnlichkeit sich erweist, erstlich: durch eine ungemein schwache oder oft gar nicht merkbare Verwandtschaft zwischen den nahe an einander liegenden Elementen, und zweitens: durch ein gleichartiges Verhalten zu den übrigen Elementen, hauptsächlich den entfernteren in der Reihe; so scheinen mir besonders die Körper, welche gewöhnlich am Anfange der elektrochemischen Reihe neben einander aufgestellt werden, Gelegenheit zur Anwendung der letztgenannten Ansichten darzubieten.

Die Eigenschaft des Sauerstoffs als säuren- oder basenbildendes Princip war lange bekannt und erwiesen, und eben so lange hielt man dasselbe Princip für eine

nothwendige Bedingung in der Zusammensetzung, um einen Körper als Säure oder Salzbasis betrachten zu können. Die neuere Ansicht über die Zusammensetzung der Salzsäure, die Entdeckung des Jods, die Bestimmung der Bestandtheile des Ammoniak u. s. w., brachten uns eine gute Strecke weiter auf dem Wege zur Kenntniſs dessen, was unter Säure oder Salzbasis zu verstehen ist oder verstanden werden muſs. Aber dabei durfte es nicht beruhen bleiben; und die Kenntniſs der letztgenannten Thatsachen, welche für den Augenblick nur eine Ausnahme von dem früher angenommenen Satz zeigten, aber noch keine allgemeinen Resultate andeuteten, konnten nur mit der Zeit zur Kenntniſs von allgemeineren Sätzen und consequenteren Naturgesetzen führen.

Die groſse Aehnlichkeit, welche das Chlor mir mit dem Sauerstoff zu haben schien, sowohl wegen der Feuererscheinung und des übrigen Verhaltens bei seiner Verbindung mit einem andern Körper, als auch wegen der Natur seiner Verbindungen mit Metalloïden und elektronegativen Metallen, Verbindungen, die mir in mehr als einer Rücksicht die Eigenschaften der Säuren zu besitzen schienen, brachte mich auf den Gedanken, daſs diese Chlorverbindungen Salze bilden müſsten, und daſs die Basen solcher Salze, falls sie existirten, nur die Verbindungen desselben Elements mit elektopositiven Metallen seyn könnten. Zur Unterstützung dieses Gedankens richfestigte ich meine Aufmerksamkeit auf die längst bekannten sogenannten Doppelsalze von salzsaurem Platinoxyd und salzsauren Alkalien, oder richtiger, auf die Verbindungen von Platinchlorid mit den Chloriden von Kalium und Natrium u. s. w.; und es erschien mir ganz natürlich, oder wenigstens annehmlich, daſs man bei denselben das Platinchlorid als Säure, und die genannten Chloride als Basen ansehen müsse. Daneben hielt ich es für wahrscheinlich, daſs auch die Chlorverbindungen der übrigen elektronegativen Metalle, so wie die der Metalloïde,

sich mit den Chloriden der elektropositiven Metalle verbinden könnten.

Ich begann daher gegen den Schluſs des Jahres 1825 die Untersuchung, welche den Gegenstand dieser Abhandlung ausmacht. Hrn. Prof. Berzelius's Arbeit über die Schwefelsalze oder die, den Salzen analoge, Verbindungen der geschwefelten elektronegativen Körper mit geschwefelten elektropositiven Metallen, welche kurz vor der genannten Zeit angestellt worden seyn muſs, war mir damals noch nicht bekannt; und als sie mir im Winter oder Frühjahr 1826 durch die Güte ihres Verfassers mitgetheilt wurde *), konnte ich in derselben nur eine neue Stütze für meine oben genannten Ansichten über die Chlorverbindungen erblicken, besonders, da ich durch mehrere unterdeſs angestellte Versuche mich immer mehr und mehr von ihrer Richtigkeit überzeugt hatte. Die Arbeit, welche ich auf diesem Wege unternahm, setzte ich ununterbrochen bis in den Sommer 1826 fort; und da die Frage, welche ich aufgeworfen hatte, noch streitig erscheinen konnte, so wollte ich die von mir gefundenen Resultate nicht eher ausführlich bekannt machen, als bis ich, durch allgemeinere Untersuchungen und daraus abgeleitete Resultate, die Wahrheit dieser Ansichten mit Sicherheit erweisen konnte. Durch einen am Schlusse des letztgenannten Jahres an Hrn. Gay-Lussac **) geschriebenen Brief machte ich indeſs, jedoch in gröſster Kürze, diese meine Ideen bekannt. Im Winter des folgenden Jahres hinderten mannigfaltige Geschäfte mich an der Fortsetzung meiner Untersuchung, und bei dem zerstörenden Brand, welchen das frühere Gebäude der finnländischen Universität im September 1827 erlitt, gingen nicht nur alle zu

*) Damals hatte ich schon Hrn. Prof. Berzelius in einem Briefe meine Ideen vorgelegt, und die Resultate einiger hieher gehörigen Versuche mitgetheilt.

**) Einen Auszug aus diesem Briefe findet man in diesen Annalen, Bd. 87. S. 123. P.

der genannten Arbeit gehörigen, von mir dargestellten Verbindungen, sondern auch alle meine Tagebücher ganz und gar verloren. Im Winter darauf oder zu Anfange des Jahres 1828 wiederholte ich deshalb meine frühere Arbeit und untersuchte und analysirte auch neue Verbindungen, wodurch ich erst zu Anfange dieses Jahres Gelegenheit hatte verschiedene Lücken in dieser Untersuchung auszufüllen. Obgleich also durch die genannten Ursachen die Bekanntmachung dieser Arbeit, aufser der ersten theils privaten, theils öffentlichen Anzeige von ihr, um zwei bis drei Jahre verspätet worden ist; und obgleich sich mir gewifs noch nicht so viel Zeit und Gelegenheit, als ich zu ihrer Vervollständigung wünschte, dargeboten hat, so schmeichle ich mir doch mit der Hoffnung, dafs die K. Academie mir hinsichtlich derselben ihre Genehmigung nicht versagen, und mir folglich erlauben werde, hier Rechenschaft von meiner Arbeit abzulegen.

Die von mir zu dem genannten Zweck unternommenen Untersuchungen begann ich mit dem im Maximum gechlorten Quecksilber, welcher Körper mir vor vielen andern deshalb passend erschien, weil er sich ohne Zersetzung in Wasser löst, und in diesem Zustand als Säure reagirt, d. h. die blaue Farbe der Lackmustinctur röthet. Der erste in die Augen fallende Versuch, welchen ich auf diese Weise anstellte, und dessen Erfolg schon im Voraus meine Meinung von der Säure-Natur des Quecksilberchlorids in bedeutendem Grade zu unterstützen schien, war: dafs diese Reaction sogleich verschwand und die blaue Farbe des Lackmus wieder zum Vorschein kam, wenn Chloride elektropositiver Metalle hinzugesetzt wurden. Der Versuch kann mit Lackmuspapier angestellt werden, zeigt sich aber am allerdeutlichsten mit Lackmustinctur. Wenn einige Tropfen von Sublimatlösung in Lackmustinctur geschüttet werden, so theilen sie derselben eine schön rothe Farbe mit, und die blaue Farbe

wird mit aller ihrer Intensität wieder hergestellt durch die Chloride von Kalium, Natrium, Lithium, Barium, Strontium, Calcium, Magnesium, Yttrium, Cerium, Mangan, Nickel und Kobalt. Auch die Chloride mehrerer anderer Metalle, wie Zink, Cadmium, Eisen und Blei, üben diese Reaction aus, wenn gleich unvollkommen. Geleitet durch diese Beobachtung, die eine ordentliche Neutralisation, wie sie zwischen den elektropositiven Metalloxyden und den gewöhnlichen Säuren stattfindet, anzudeuten schien, nahm ich mir vor, alle diese Chloride mit dem Quecksilberchlorid zu verbinden, und es glückte nicht nur alle diese Verbindungen krystallisirt zu erhalten, sondern auch von einigen derselben mehrere Sättigungsgrade hervorzubringen.

Die Methode, welche von mir zur Hervorbringung dieser Verbindungen angewandt wurde, bestand im Allgemeinen darin, dafs ich eine gesättigte kalte Auflösung der Chloride der elektropositiven Metalle in Wasser, unter fleifsigem Umrühren, mit gepülvertem Quecksilberchlorid, so lange sich von ihm noch etwas löste, versetzte, und dann die filtrirte klare Auflösung abdunstete, entweder bei gewöhnlicher Temperatur im warmen Zimmer, oder in gelinder Wärme, oder auch, was in den meisten Fällen der einzig sichere Weg zur Erhaltung einer regelmäfsigen Krystallisation war, dadurch, dafs ich die Salzlösung zum allmäligen Verdunsten unter eine Glasglocke stellte, in der die Luft mittelst concentrirter Schwefelsäure auf dem höchsten Grad von Trockenheit erhalten wurde, auf eine Weise, wie ich es in einer besondern Abhandlung beschrieben habe *).

Die so erhaltenen Salze wurden auf eine sehr einfache Weise analysirt, dadurch nämlich, dafs ich erstlich das Krystallwasser und dann, bei einem höheren Hitzgrad, das Quecksilberchlorid verflüchtigte, und

*) Man sehe das 4. Heft der Annalen von diesem Jahre, S. 604.

darauf den Rückstand, welcher aus dem andern Chloride bestand, seinem Gewichte nach bestimmte. Bei den ersten Analysen bediente ich mich eines mehr zusammengesetzten Apparats, obgleich ebenfalls auf die eben erwähnte einfache Scheidungsmethode gegründet, welcher auf Taf. I. Fig. 9. abgebildet ist; späterhin fand ich jedoch den Zweck eben so gut mittelst des Apparats erreicht, den Fig. 10. Taf. I. vorstellt. Bei der ersteren Vorrichtung that ich das Salz in die Kugel eines aus einer Glasröhre geblasenen tarirten Kolben von ungefähr 8 Zoll Länge und beinahe $\frac{1}{2}$ Zoll Weite. Dann wurde das Gewicht durch Wägung bestimmt, der Hals über einer doppelten Weingeistlampe vorsichtig ausgezogen und wie bei *o* in Fig. 9. gebogen. Eine vor der Lampe geblasene Vorlage, wie *B* geformt, und, nebst der mit ihr durch eine Kautschuckröhre verbundenen, dünnen und kurzen, mit Calciumchlorid gefüllten Glasröhre *C*, nicht gröfser als erforderlich, um sie noch mit Genauigkeit wägen und ihre Gewichtszunahme bestimmen zu können, wurde, ebenfalls durch eine Kautschuckröhre, auf die in Fig. 9. angegebene Weise mit dem Destillationsapparat *A* verbunden. Der letztgenannte Apparat wurde, nachdem er an ein Schraubengestell befestigt worden, vorsichtig mit einer Weingeistlampe erhitzt, so dafs das Wasser nach *B* überging, und das Quecksilberchlorid, welches sich später sublimirte, bei *m* in *A* zurückblieb. Nachdem, selbst in der Glühhitze, von diesem nichts mehr aufstieg, liefs man den Apparat erkalten und schnitt die kleine Retorte *A* mit einem Diamanten bei *o* ab. Das Gewicht der Vorlage nebst ihrer Röhre gab den Wassergehalt, wohlverstanden, nachdem man das Gewicht der leeren Vorlage nebst der abgeschnittenen Röhre von dem gesammten Gewichte abgezogen hatte. Wenn nun, nach Fortnahme der beiden Kautschuckröhren, die Vorlage *B* gelinde erwärmt, oder, besser noch, unter die erwähnte Evaporationsglocke gestellt wurde, so konnte

man, nach Verdunstung des Wassers, sehen, ob diesem etwas Quecksilberchlorid gefolgt war; gewöhnlich fand sich indefs, dafs nur ein oder ein Paar Milligramm auf diese Weise übergegangen war. Nachdem der abgeschnittene Destillationsapparat *A* gewogen worden, wurde er abermals bei *n* durchschnitten, und der untere mit der Kugel versehene Theil gewogen; der Sicherheit wegen wurde dieser darauf noch einmal und zwar bis zum Glühen erhitzt. Es zeigte sich dann, ob etwas Quecksilberchlorid zurückgeblieben war, was wirklich zuweilen der Fall war, wenn man dessen Quantität aus dem Gewichtsverlust bestimmte. Durch Ausleeren der Kugel mittelst Auflösung des darin gebliebenen Rückstandes in heifsem Wasser, und durch abermaliges Wägen derselben im leeren Zustande, wurde das Gewicht des Chlorids vom elektropositiven Metalle erhalten. Durch ein gleiches Verfahren mit dem oben abgeschnittenen Theile des Apparats wurde das Gewicht des Quecksilberchlorids bestimmt. Der Unterschied zwischen dem gemeinschaftlichen Gewichte dieser beiden Chloride und der Quantität des zur Analyse genommenen Salzes stimmte bei allen Versuchen so nahe wie möglich mit der Gewichtszunahme der Vorlage, d. h. mit der Wassermenge, überein.

Der einfachere Apparat, welchen ich später und bei den meisten Analysen anwandte, war, wie es Fig. 10. Taf. I. zeigt, ein aus einer Glasröhre von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser geblasener Kolben von 6 Zoll Länge, versehen mit einer Kugel am Boden, und einer kugelförmigen Erweiterung am oberen Theile, auch am Halse etwas ausgezogen, so dafs die Mündung ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser hielt. Die Analyse wurde auf die folgende Weise bewerkstelligt, die zwar auf dem ersten Blick nur annähernd scheinen mag, die aber, sorgfältig durchgeführt, in der That genaue und zuverlässige Resultate liefert. Nachdem das Salz in den tarirten Apparat gethan und gewogen worden, wurde in die Mündung des-

selben ein nicht ganz dicht schliefsender Korkstöpsel eingesteckt. Durch gelinde Erwärmung der Lampe über der Lampe trieb man das Krystallwasser aus, damit es sich in dem oberen Theil des Kolbens sammle, wo es durch die erwähnte Erweiterung am Zurückfliefsen gehindert wurde. Wenn nun der Apparat gewogen wurde, fand sich sein Gewicht nicht merklich verringert, und folglich hatten sich keine flüchtigen Theile zur Mündung hinausgedrängt. Das Wasser, was sich im obern Theil des Kolbens gesammelt hatte, wurde mit Fliefspapier fortgenommen oder auch durch sehr gelinde Erwärmung ausgetrieben, wobei entweder Nichts oder nur ein kaum merklicher Anflug von Quecksilbersublimat auf der untern Seite des Kolbens, wo sich möglicherweise auch Wasser abgesetzt haben könnte, zurückblieb. Nachdem die Mündung wiederum durch einen Pfropfen verschlossen worden, wurde durch eine abermalige Erhitzung der Kugel, das noch zurückgebliebene Wasser völlig ausgetrieben und auch aus dem oberen Theile völlig verjagt. Bei Wägung des erkalteten Apparats ergab sich dann das Gewicht des Wassers aus dem Verlust. Unter steter Verschliefsung der Mündung durch einen Pfropfen, wie zuvor, wurde nun das Quecksilberchlorid durch Erhitzung in die Höhe getrieben, so dafs das Letzte sich oberhalb *n* sammelte, der gröfste Theil aber unterhalb der kugelförmigen Erweiterung. Bei abermaliger Wägung des erkalteten Apparats fand sich jetzt niemals etwas vom Sublimate fortgegangen. Durch einen Schnitt zwischen der Kugel und *n* konnte man nun leicht die beiden Chloride trennen, und jedes wägen, wie bei der früher beschriebenen Vorrichtung. Da indefs dem Sublimat noch ein oder ein Paar Milligramm Wasser anhängen konnte, so befreite man ihn davon durch Hineinstellung in die Evaporationsglocke; auch wurde der unten abgeschnittene Theil des Kolbens geglüht, und vor

und nach der Glühung gewogen, für den Fall, dafs etwas Quecksilberchlorid zurückgeblieben seyn sollte.

Ich werde nun die Salze, welche ich durch Verbindung des Quecksilberchlorids mit den Chloriden elektropositiver Metalle zu Stande gebracht habe, einzeln beschreiben, und sie gemäfs der Ansicht, nach welcher das Quecksilberchlorid als Säure und die andern Chloride als Salzbasen betrachtet werden, benennen; ich habe es vorgezogen, dabei eine lateinischen Nomenclatur zu gebrauchen. Dem gemäfs wird das Quecksilberchlorid mit dem Namen *Acidum Chloro-Hydrargyricum* und die Klasse seiner Salze mit dem Namen *Chloro-Hydrargyrias* belegt. In den Namen der Basen wird das Chlor nicht als Bestandtheil derselben genannt, weil es sich von selbst versteht, dafs das elektronegative Princip der Base dasselbe ist wie in der Säure; man bezeichnet daher die Base durch das Adjectiv des Radicals. Ich halte es z. B. für passender zu sagen: *Chloro-Hydrargyrias Ferrosus* als *Chloro-Hydrargyrias Chloridi Ferrosi* oder *Chloro-Ferrosus.*

Chloro-Hydrargyrias Kalicus. Unter den elektropositiven Chloriden hat, wie ich gefunden, das des Kali's die Eigenschaft, sich in drei besondern Verhältnissen mit dem Quecksilberchlorid zu verbinden, was bei den übrigen Basen nicht der Fall zu seyn scheint.

Wenn eine gesättigte kalte Auflösung von Kaliumchlorid mit gepülvertem Quecksilberchlorid vermischt wird, so löst sie dieses leicht und in Menge auf; allein bald fängt sie an durch entstandene Haarfeine Krystalle zu gerinnen, und schwerlich löst sich noch etwas Quecksilberchlorid auf, es sey denn die Lösung würde mit Wasser verdünnt oder gelinde erwärmt. Geschieht diefs Letztere, auch allein, so löst sich noch eine bedeutende Menge Quecksilberchlorid auf, besonders wenn die Wärme bis zu 50 oder 60° gesteigert wird. Läfst

man dann die schwere Lösung erkalten, so gesteht sie fast ganz zu einer zähen, asbestartigen Masse von weifsen, seideglänzenden Nadeln. Wenn man, nachdem solchergestalt kein Quecksilberchlorid bei der genannten Temperatur mehr aufgenommen wird, die Lösung an einem warmen Orte filtrirt und dann erkalten läfst, so tritt jene asbestartige Krystallisation augenblicklich ein. Um dieses Salz zu analysiren, nahm ich die Krystallnadeln heraus und drückte sie zwischen mehrfach über einander gelegtes Fliefspapier aus, bis sie an dieses keine Feuchtigkeit mehr abtraten. Die Analyse wurde, wie zuvor beschrieben, in den Apparat Fig. 9. Taf. I. mit ungefähr $\frac{3}{4}$ Grm. des Salzes angestellt, und gab auf 100 Th. folgendes Resultat:

		Chlorgeh.	Berechn. Verhältn.
Quecksilberchlorid	83,10	21,53	83,17
Kaliumchlorid	11,34	5,38	11,35
Wasser	5,56		5,48.

Aus diesem Resultat ergiebt sich, dafs das Quecksilberchlorid 4 Mal so viel Chlor als das Kaliumchlorid enthält, und folglich wird die Formel, die den berechneten Verhältnissen entspricht, nachstehende:

$$K Cl + 4 Hg Cl + 4 Aq.$$

Hinsichtlich der Eigenschaften dieses Salzes verdient übrigens erwähnt zu werden, dafs es sehr leichtlöslich ist in Wasser, dafs aber die Löslichkeit im höchsten Grade von der Temperatur abhängt; so kann eine Auflösung, welche bei +18° völlig klar erscheint, bei +15° zu einer so grofsen Menge von Krystallnadeln anschiefsen, dafs dadurch die ganze Flüssigkeit erfüllt scheint. Läfst man die Lösung bei gewöhnlicher Temperatur langsam verdunsten, so steigt ein grofser Theil des Salzes an den Seiten des Gefäfses in die Höhe, in Form von schönen schneeweifsen Dendriten. An den kleinen asbestähnlichen Nadeln die Krystallform zu bestimmen, war nicht

möglich; als aber eine concentrirte Auflösung des Salzes in eine am einen Ende zugeblasene Glasröhre geschüttet wurde, schofs es, auch bei niederer Temperatur, sehr langsam an, und es bildeten sich zuerst kleine Krystalle von rhombisch prismatischer Form, mit Winkeln von 112° und 78°, worauf dann die asbestartigen Nadeln anschossen.

Die zweite Verbindung zwischen den in Rede stehenden Chloriden erhält man am leichtesten, wenn man eine kalte Lösung von Kaliumchlorid, welche, auf die genannte Weise, nur träge mehr Quecksilberchlorid auflöst, sehr gelinde erwärmt, z. B. bis ungefähr +30°, auch ein Paar Tropfen Wasser hinzufügt, und nun, unter Umrühren, mit mehr Quecksilberchlorid versetzt; nachdem sie nichts mehr löst, filtrirt man sie in einem warmen Trichter und stellt sie in gewöhnlicher Temperatur zum Erkalten hin. Der erste Anschufs besteht gewöhnlich, wenigstens zum Theil, aus dem oben beschriebenen asbestähnlichen Salze. Die klare Lösung abgegossen und einer freiwilligen Verdunstung überlassen, liefert zwar auch nadelförmige, aber gewöhnlich minder zarte Krystalle, angeschossen in sternförmigen Gruppen oder in Form von divergirenden Strahlen. Diese Krystalle machen das andere und eigenthümliche Salz aus. Nachdem sie auf gleiche Weise wie das vorhergehende Salz herausgenommen und getrocknet worden, wurde mit 0,925 Gramm derselben in einem Apparat wie Fig. 10. eine Analyse angestellt, die folgendes Resultat gab:

		Chlorgeh.	Berechn. Verhältn.
Quecksilberchlorid	75,24	19,49	74,70
Kaliumchlorid	20,97	9,95	20,38
Wasser	3,79		4,92
	100,00		100,00.

Die Zusammensetzung dieses Salzes ist also eine solche, dafs der elektronegative Bestandtheil 2 Mal so viel

Chlor als das elektropositive enthält, und die Formel, welche dieselbe ausdrückt, wird:

$$K\,Cl + 2\,Hg\,Cl + 2\,Aq.$$

Wenn man eine Lösung von Kaliumchlorid, wie zur Bereitung des bechriebenen Salzes, mit Quecksilberchlorid sättigt, darauf mit einer Auflösung von eben so viel Kaliumchlorid, als die erste enthält, vermischt, und nun einer freiwilligen Verdunstung im warmen Zimmer überläfst, so schiefst ein neues Salz in schönen grofsen Krystallen an*), theils aus geraden rhombischen Prismen, theils aus andern von ihnen ableitbaren Formen bestehend. Bei den rhombischen Prismen, deren Grundform Fig. 11. zeigt, ist Winkel *M* zu *M* so nahe als möglich $=110°$ und der von *P* gegen $M = 90°$. In Fig. 12. Taf. I., welche die gewöhnlichste Form mit den secundären Flächen darstellt, beträgt die Neigung von *M* gegen $d = 141° \frac{1}{2}$, und die von *P* gegen $d = 128° \frac{1}{2}$. Nachdem bei dem genannten Versuche eine Menge dieses Salzes in Krystallen von der Länge eines halben Zolls angeschossen war, begann zwar auch das überschüssige Kaliumchlorid sich neben diesen abzusetzen; allein es unterschied sich sehr leicht von ihnen, nicht blofs durch die Krytallform **), sondern auch durch die Farbe, wel-

*) Bei dieser freiwilligen Verdunstung efflorescirt die Lösung zum grofsen Theil. Um diesem, so wie überhaupt jedem, Effloresciren zuvorzukommen, habe ich es am zweckmäfsigsten gefunden, ringsum an den Seiten des Gefäfses einen Ring von Talg zu ziehen, in einer Höhe über der Lösung, bis zu welcher man das Effloresciren gehen lassen will.

**) Bemerkenswerth ist, dafs ich hiebei das Kaliumchlorid in Würfeln mit abgestumpften Kanten (Haüy's Octo-Dodécaëder) erhalten habe. Bekanntlich schiefst das Kochsalz aus einer Auflösung in Urin in Octaëdern an; auch führt Haüy als eine Entdeckung von De l'Isle cubo-octaëdrisches Kochsalz an (*Traité de Mineralogie*, *T. II. p.* 193.); allein die vorhin angeführte secundäre Form des Würfels ist meines Wissens noch nicht beobachtet. Ich habe diefs Verhalten angeführt als neuen Be-

che bei dem prismatischen Salze einen gewissen Stich in's Gelbgraue besitzt, wenn gleich in so schwachem Grade, dafs man ihn nur beim Vergleich mit vollkommen farblosen Krystallen wahrnehmen kann. Uebrigens mufs bemerkt werden, dafs diese prismatischen Krystalle, welche vollkommen durchsichtig sind, sich unverändert an der atmosphärischen Luft halten.

Die Analyse dieses Salzes, mit 0,747 Grm. in einem Glaskolben (Fig. 10.) angestellt, gab folgendes Resultat.

		Chlorgehalt.	Berechn. Verhältn.
Quecksilberchlorid	61,31	15,88	62,05
Kaliumchlorid	33,73	16,00	38,87
Wasser	4,96		4,08
	100,00		100,00.

und die Formel, welche die Zusammensetzung des Salzes ausdrückt, wird:

$$K\,Cl + Hg\,Cl + Aq.$$

Falls das Wasser, wie es glaublich ist, zu zwei Atomen in die andere eben beschriebene Verbindung*) eingeht, so zeigt sich hier das merkwürdige Verhalten, dafs in allen drei Salzen die Atomenzahl des Wassers eben so grofs wie die des Quecksilberchlorids ist. In Betreff dieser drei Salze verdient übrigens noch folgendes hinzugefügt zu werden. Sie alle lösen sich, obgleich sehr träge, in Alkohol. Bei Zerlegung durch Wärme halten sie das Quecksilberchlorid hartnäckig zurück, besonders die letzten Portionen desselben; sie verlangen daher ein fortgesetztes Glühen, wobei das genannte Chlorid sehr langsam verdunstet, selbst in einem

weis, wie fremde Einmengungen bei künstlichen Krystallen wie bei Mineralien die Krystalle zur Abweichung von ihrer einfachen Grundform bestimmen können.

*) Möglich wäre es, dafs die Zahl der Wasseratome sich zur Zahl der Atome desselben Salzes wie 3:2 verhielte; das Resultat der Analyse stimmt näher mit einem solchen Verhältnisse.

weiten, offnen Kolben. Diefs Verhalten, welches sich bei den übrigen Salzen in weit schwächerm Grad einstellt, beweist deutlich, wie stark das Chlorid des elektropositivsten Metalls vom Quecksilberchloride gebunden wird, und dafs folglich das Kaliumchlorid als die stärkste Basis gegen die chlorhaltigen Säuren betrachtet werden mufs, eben so wie das Oxyd desselben Metalls die stärkste Base gegen die sauerstoffhaltigen Säuren ist. — Die elektrochemischen Beziehungen scheinen demnach, von welcher Seite man sie auch betrachten mag, ihre Folgerichtigkeit beizubehalten. — Auch verdient im Zusammenhang hiemit der Umstand beachtet zu werden, dafs das genannte Chlorid sich bis mit 4 Atomen des elektronegativen Chlorids verbindet, während die meisten andern, wie wir späterhin sehen werden, sich nur mit einem oder zwei vereinigen. Wir werden indefs späterhin gewissermafsen eine Ausnahme hievon kennen lernen, nämlich eine Verbindung mit 5 Atomen des genannten Chlorids.

Endlich kann ich nicht unerwähnt lassen, dafs eine Auflösung von Quecksilberchlorid in Kaliumchlorid, wie sie zu Hervorbringung der zuerst beschriebenen Verbindung gemacht worden, durch Erhitzung bis zum Sieden noch abermals eine gute Portion Quecksilberchlorid auflöst, dafs aber hiebei keine Verbindung statt zu finden scheint; denn beim Erkalten, oder nach Zusatz von ein wenig Wasser, scheidet sich das letztgenannte Chlorid wieder in strahligen Krystallen aus, und das asbestartige Salz fängt erst später an sich abzusetzen.

Chloro-Hydrargyrias Natricus. Wenn man eine gesättigte kalte Auflösung von Natriumchlorid bis zur Sättigung mit Quecksilberchlorid versetzt, und die filtrirte Lösung darauf einer freiwilligen Verdampfung überläfst, so schiefst eine strahlige Masse von Krystallnadeln an, welche eine Verbindung der beiden Chloride darstellen. Die Krystalle halten sich vollkommen unverändert an der Luft, und obgleich sie mehrentheils zu zart und undeutlich

lich sind, als daſs man ihre Krystallform beobachten könnte, so habe ich sie doch bei einer Gelegenheit, von der das Nähere sogleich, ziemlich wohl ausgebildet erhalten, um bestimmen zu können, daſs sie sechsseitige Prismen, die nicht regulär sind, darstellen. Eine Analyse dieses Salzes mit dem Apparat Fig. 9. angestellt, gab das Resultat *a*, eine andere, in dem Kolben Fig. 10. unternommene, das Resultat *b*:

	a	Chlor.	*b*	Chlor.	Rechn.
Quecksilberchlorid	75,0	19,43	77,23	20,01	74,30
Natriumchlorid	16,0	9,66	16,75	10,11	15,92
Wasser	8,8		6,02		9,78
					100,00

Beide Analysen stimmen also in dem Verhältniſs zwischen den Chloriden ziemlich nahe überein, obgleich die letztere wegen eines Zufalls den Wassergehalt zu niedrig gab; die Formel, die das berechnete Resultat liefert, ist:

$$N\,Cl + 2\,Hg\,Cl + 4\,Aq.$$

Veranlaſst durch das Verhalten des Kaliumchlorids, drei besondere Salze zu bilden, suchte ich auch ähnliche Verbindungen mit Natriumchlorid hervorzubringen; allein ohne Erfolg. Wenn eine Auflösung des zuletzt beschriebenen Salzes erhitzt wird, so löst sie zwar noch eine bedeutende Portion Quecksilberchlorid auf; allein nach dem Erkalten krystallisirt dieſs wiederum für sich heraus, und das, was später anschieſst, ist nichts Anderes als die schon erwähnte Verbindung. Auch setzte ich zu einer kalten gesättigten Auflösung von Quecksilberchlorid in Chlornatrium eine neue Auflösung von einer fast eben so groſsen Portion des letzten Chlorids, und überlieſs die Mischung einer freiwilligen Verdunstung, allein die abgesetzten Prismen unterschieden sich in der Hauptsache nicht von dem bereits beschriebenen Salze. Die Analyse derselben gab zwar einige Procent Natriumchlorid mehr; allein ich konnte diese nur für eine mechani-

sche Einmengung ansehen (besonders, da Würfel von Natriumchlorid sich mit unter den prismatischen Krystallen abgesetzt hatten), obgleich die Krystalle gröfser waren, und, nun deutlich, wie zuvor erwähnt, eine sechsseitig prismatische Form erkennen liefsen.

Chloro-Hydrargyrias Lithicus. Lithionchlorid nimmt auf gewöhnliche Weise Quecksilberchlorid auf, und hinterläfst nach Verdunstung in schwacher Wärme nadelförmige Krystalle; wenigstens ein Theil der Verbindung ist zerfliefslich, aber ein anderer Theil, welcher die genannten Nadeln ausmacht, scheint sich an der Luft zu halten. Hieraus ist also zu vermuthen, dafs es zwei Verbindungen von verschiedenen Verhältnissen giebt.

Chloro - Hydrargyrias Baryticus. Eine gesättigte kalte Auflösung von Bariumchlorid, bis zur Sättigung mit Quecksilberchlorid versetzt, giebt nach freiwilliger Verdunstung zuerst eine kleine Portion niedriger rhombischer Prismen, die nichts anderes als freies Quecksilberchlorid sind; späterhin schiefsen gewöhnlich Strahlen oder Blätter in prehnitartigen Gruppen an, und zuletzt kleine tafelförmige Krystalle, theils einzeln, theils zu Bündeln verwachsen. Ihre Krystallform scheint ein etwas schiefstehendes rhombisches Prisma zu seyn, dessen Seiten Winkel von 95° und 85° bilden. Das Salz hält sich zwar in gewöhnlicher atmosphärischer Luft, fängt aber in einer etwas trocknen Luft zu verwittern an. Sowohl das prehnitähnliche, als auch das deutlicher ausgebildete Salz wurde analysirt, und obgleich keins derselben ein ganz befriedigendes Resultat hinsichtlich des Verhältnisses zwischen den beiden Chloriden gab, so stimmten doch ihre Analysen mit einander überein, zum Beweis, dafs sie eine und dieselbe Verbindung ausmachten. Die mit *a* bezeichnete Analyse wurde mit 0,970 Grm. vom ersten Anschufs, und die mit *b* bezeichnete mit 0,750 Grm. des später gebildeten Salzes angestellt.

	a	Chlor.	b	Chlor.
Quecksilberchlorid	64,74	16,77	65,73	17,03
Bariumchlorid	29,49	10,44	28,67	9,76
Wasser	9,77		5,60	
	100,00		100,00.	

Die wahrscheinlichste Formel für dieses Salz wird jedenfalls seyn:

$$Ba\,Cl + 2\,Hg\,Cl + 2\,Aq.$$

Chloro Hydrargyrias Stronticus. Diese Verbindung wird auf die gewöhnliche Weise erhalten und bildet ein leichtlösliches Salz, das in prismatischen ganz luftbeständigen Nadeln anschiefst.

Chloro-Hydrargyrias Calcicus. Calciumchlorid bildet wenigstens zwei Verbindungen mit dem Quecksilberchlorid. Wenn eine kalte gesättigte Lösung des ersteren bis zur Sättigung mit dem letzteren versetzt wird, so erhält man eine schwere und ölige Flüssigkeit, welche bei gehöriger Verdampfung die beiden Verbindungen liefert. Wenn die Flüssigkeit in einer gleichförmigen und gelinden Wärme verdunstet, oder auch unter die Evaporationsglocke gebracht wird, so schiefst zunächst ein Salz an, das zuweilen reguläre Octaëder, zuweilen aber, und fast öfter, Tetraëder bildet. Kühlt man die von diesen Krystallen abgegossene Flüssigkeit ab, so schiefsen nadelförmige Krystalle an, und wenn man sie einer an den Frostpunkt gränzenden oder unter ihm liegenden Temperatur aussetzt, so giebt sie fast ganz und gar eine strahlige feste Masse. Erwärmt man sie abermals in der gewöhnlichen Stuben-Temperatur, so werden die Krystalle wieder flüssig, und um eine deutlichere Krystallisation zu erhalten, ist es am besten, die Lösung einer sehr schwachen Wärme, z. B. etwa +30°, aussetzen, oder auch unter die Evaporationsglocke zu stellen. Dann schiefst ein Salz in grofsen, sechsseitigen, zuweilen plattgedrück-

ten Prismen an, zuweilen auch in rhombischen Tafeln mit Seitenwinkeln von ungefähr 110°.

Das in Octaëdern oder Tetraëdern angeschossene Salz bildet klare stark glänzende Krystalle, welche sich an der Luft ziemlich gut halten. Uebergiefst man sie mit Wasser, so werden sie weifs und zersetzt, wobei das Wasser Calciumchlorid aufnimmt und Quecksilberchlorid zurückläfst. Erwärmt man das Gemenge, so löst sich auch das letztere auf, und beim Erkalten setzt sich zwar erst eine Portion Quecksilberchlorid-Krystalle ab, hinterher aber auch das tetraëdrische Salz; eine kleine Portion bleibt zurück, welche zerfliefslich ist, und wahrscheinlich aus Calciumchlorid besteht. Läfst man die genannten Krystalle in gewöhnlicher, nicht sehr trockner, Luft längere Zeit auf Papier liegen, so werden sie durch die Feuchtigkeit der Luft zersetzt, und sie hinterlassen eine Lauge von Quecksilberchlorid, nachdem Calciumchlorid, vermuthlich mit einer geringeren Quantität Quecksilberchlorid verbunden, abgeschieden worden ist. Zwei Analysen in dem gewöhnlichen Sublimirkolben mit dem in Tetraëdern angeschossenen Salze angestellt, die eine mit 0,479 Grm. und die andere mit 0,518 Grm. gaben folgende Resultate:

	1.	Chlor.	2.	Chlor.	Berechn.
Quecksilberchlorid	85,6	22,18	85,52	22,16	84,24
Calciumchlorid	6,47	4,098	6,37	4,04	6,89
Wasser	7,93		8,11		8,87
	100,00		100,00		100,00

Beide Analysen zeigen folglich, dafs das Quecksilberchlorid 5 Mal so viel Chlor als das Chlorcalcium enthält, und die Formel, welche die Zusammensetzung ausdrückt, wird folglich:

$$CaCl + 5HgCl + 8Aq.$$

Die andere Verbindung der hier in Rede stehenden Chloride, welche in sechsseitigen Prismen oder in rhom-

bischen Tafeln anschiefst, bildet ein in Wasser sehr leichtlösliches und im höchsten Grade zerfliefsliches Salz, welches man schwerlich handhaben kann, ohne dafs es nicht zergeht. Während aber dieses Salz in gewöhnlicher Luft stark zerfliefst, verwittert es dagegen und verliert sein Krystallwasser zu einem bedeutenden Theil in der Evaporationsglocke über concentrirter Schwefelsäure. Trokken und zugleich mit Beibehaltung ihres Krystallwassers bekommt man die Krystalle am besten, wenn man sie in einer Glocke über verdünnter Schwefelsäure aufbewahrt. Ich habe auch eine Analyse dieses Salzes angestellt, doch mit keinem ganz befriedigenden Resultat, besonders hinsichtlich des Wassergehalts. Es zeigte sich indefs, dafs das elektronegative Chlorid zwei Mal so viel Chlor als das positive enthielt, und dafs die Formel seyn mufste:

$$Ca\text{Cl} + 2Hg\text{Cl} + 6Aq.$$

Chloro-Hydrargyrias Magnesicus. Gleich dem Calciumchlorid bildet das Magnesiumchlorid zwei besondere Verbindungen mit dem Quecksilberchlorid, obgleich beide nach anderen Verhältnissen zusammengesetzt sind. Wenn die auf gewöhnliche Weise mit Quecksilberchlorid gesättigte Lösung von Magnesiumchlorid in sehr gelinder Wärme abgedunstet wird, und man darauf die Lösung allmälig erkalten läfst, so schiefst eine Menge grofser, dünner, blättriger, kreuzweise verwachsener Krystalle an. Giefst man nun den noch flüssigen Theil von den Krystallblättern ab, und stellt ihn unter die Evaporationsglocke, so krystallisirt ein Salz in schönen, niedrigen rhombischen Prismen. Diese beiden, zu verschiedenen Perioden der Verdunstung gebildeten Krystallisationen sind eigenthümliche Salze, die ich jetzt näher beschreiben werde.

Die breitblättrigen Krystalle der zuerst gebildeten Verbindung kann man durch Abtrocknen mit Fliefspapier leicht von der anhängenden Lösung des andern Salzes befreien, weil diefs letztere im höchsten Grade zerfliefs-

lich ist. Das blättrige dagegen hält sich unverändert an der Luft, sie mag trockner oder feuchter seyn, und nicht nur bei gewöhnlicher Temperatur der Luft, sondern sogar bei einer Wärme von 60 bis 70°. Die Krystallblätter zeigen eine rhombisch prismatische Form, auch zerfallen sie durch einen Schlag oder Stofs, fast wie der Gyps, in mehrere bedeutend schiefe Rhomben. Als eine gemeinsame Auflösung von beiden hier in Rede stehenden Salzen (aus welchen durch Abdunsten das blättrige Salz bereits angeschossen, aber durch Zusatz von ein wenig Wasser wieder in Auflösung gebracht worden war) bei ungewöhnlich trockner Luft im warmen Zimmer *) stehen gelassen wurde, fand sich nach einigen Tagen ein dem Glaubersalz nicht unähnliches Salz in gröfseren prismatischen Krystallen mit einer Menge von Flächen angeschossen. Die Krystallform erwies sich als ein rhombisches Prisma, wurde aber nicht näher untersucht. Dafs

*) Dafs die Luft im Winter in einem geheitzten Zimmer bedeutend trockner ist als im Sommer, ist vermuthlich eine längst bekannte Sache, und erklärt sich leicht durch den vom Feuer erregten Strom der von aufsen eindringenden kälteren und folglich trockneren Luft. Dafs aber die Luft eines Wohnzimmers in solchem Grade trocken seyn könne, wie es im verflossenen Winter in Helsingfors der Fall war, dafs die Auflösungen mehrerer zerfliefslichen Salze, wie z. B. Chlorcalcium, anschossen, und krystallisirt sich vollkommen trocken erhielten, verdient bemerkt zu werden. Ist diefs alleinig eine Folge der in diesem Jahre so lang anhaltenden Kälte, welche natürlich den Feuchtigkeitszustand der Luft hat verringern müssen, oder trägt das locale Verhalten des Landes hiezu bei? Unter den hier beschriebenen Chloro-Hydrargyraten sind mehrere sonst zerfliefsliche Salze, welche sich in dieser Atmosphäre vollkommen trocken erhalten haben, z. B. das von Kobalt, Eisen u. s. w., auch einige von den späterhin angeführt werdenden Chloroplatiniaten. — Wie stark übrigens kleine Umstände, besonders in Betreff der Temperatur und Feuchtigkeit, auf die Ausbildung der krystallisirenden Salze einwirken, ist sehr merkwürdig, und habe ich bei den in dieser Abhandlung beschriebenen Salzen oft zu beobachten Gelegenheit gehabt.

diese Krystalle und das blättrige Salz eine und dieselbe Verbindung waren, habe ich durch die Analyse beider ausgemittelt. Was sonst die Kennzeichen dieses Salzes betrifft, so mufs ich hinzusetzen, dafs dasselbe, beinahe auf gleiche Weise wie das octaëdrische Calcium-Salz, durch Wasser im ersten Augenblick milchig und zersetzt, bald darauf aber wieder aufgelöst wird, und dafs es sich bei freiwilliger Verdunstung der Lösung aufs Neue in prismatischen Krystallen absetzt. Das Salz löst sich überdiefs leicht in Alkohol, und schiefst eben so nach Verdunsten desselben daraus an. In Bezug auf die Analyse dieser Verbindung mufs bemerkt werden, dafs der Sublimirkolben so stark erhitzt wurde, dafs sich das Magnesiumchlorid zersetzte und in das Oxyd dieses Metalls verwandelte. Der abgeschnittene untere Theil des Apparats, welcher den letztgenannten Rückstand enthielt, wurde deshalb auch stark geglüht, so lange als er noch eine Gewichtsveränderung erlitt. Der obere Theil, welcher das Quecksilberchlorid, verunreinigt mit wasserhaltiger Salzsäure, enthielt, wurde auf mehrere Tage unter die Evaporationsglocke gestellt, in der sich, aufser der Schwefelsäure, noch eine Portion Kalkhydrat auf einem passenden Gefäfse befand, um damit die Salzsäure zu absorbiren. Dafs das Magnesiumchlorid aus dem Gewichte der erhaltenen Magnesia berechnet wurde, braucht wohl nicht erst gesagt zu werden, eben so wenig, als dafs die Magnesia, zur Bestimmung ihres Gewichtes, durch Salzsäure aus dem Kolben fortgeschafft wurde.

Die beiden Analysen, von denen die erste mit den blättrigen (0,906 Grm.), und die zweite mit den prismatischen Krystallen (1,355 Grm.) angestellt wurden, gaben folgende Resultate:

	1.	Chlor.	2.	Chlor.	Berechn.
Quecksilberchlorid	81,35	21,08	80,811	20,92	81,50
Magnesiumchlorid	9,71	7,15	9,59	6,96	9,56
Wasser	8,94		9,60		8,94
	100,00		100.00		100,00

Beide Analysen stimmen mit einander überein, besonders darin, daſs das Quecksilberchlorid dreimal so viel Chlor als das Magnesiumchlorid enthält, und liefern folgende Formel:

$$MgCl + 3HgCl + 5Aq.$$

Die andere später angeschossene Verbindung von Magnesiumchlorid bildete, wie gesagt, niedrige rhombische Prismen, zuweilen mit Abstumpfungen der scharfen Kanten. Das Salz ist eins der allerzerflieſslichsten Stoffe, läſst sich aber in der Evaporationsglocke über concentrirter Schwefelsäure unverändert erhalten. Die Analyse dieses Salzes wurde auf gleiche Weise angestellt, wie der zuletzt genannten Salze von gleicher quantitativen Zusammensetzung. Es ist hier folglich nichts hinzuzusetzen, auſser, daſs die Krystalle, um sie zum Behufe der Analyse zu trocknen, erstlich mit Flieſspapier abgetrocknet, dann, mit neuem Flieſspapier umwickelt, unter die Evaporationsglocke gebracht, und endlich bei der Herausnahme möglichst schnell aus dem Papier in den Sublimirkolben geschüttet wurden. Die Analyse von 0,822 Grm. gab folgende Zusammensetzung:

		Chlor.	Berechn. Verhältniſs.
Quecksilberchlorid	57,78	14,97	57,25
Magnesiumchlorid	20,33	14,97	20,13
Wasser	21,90		22,62
	100,00		100,00.

und die damit übereinstimmende Formel:

$$MgCl + HgCl + 6Aq.$$

Chloro-Hydrargyrias Beryllicus. Wird auf gewöhnliche Weise gebildet und schieſst in rhombischen Prismen mit geradangesetzten Endflächen an.

Chloro-Hydrargyrias Yttricus, schieſst in kubischen Krystallen an, die zerflieſslich zu seyn scheinen.

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

VIII. *Ueber die Wiederherstellung der Metalle durch Stickstoff; von N. W. Fischer.*

Schon im J. 1827 beobachtete ich die Reduction des Palladiums, wenn die Auflösung desselben bei gewöhnlicher Temperatur an der Luft verdampfte. Das Palladium stellt sich als ein sehr schön glänzendes Metallhäutchen dar, welches an den Wänden des Gefäfses sich anlegt, während durch das Verdunsten bei erhöhter Temperatur das Palladiumsalz als Rückstand erhalten wird. Es drängte sich mir der Gedanke auf, dafs der Stickstoff der atmosphärischen Luft hier wohl der reducirende Stoff seyn möchte, ein Gedanke, welchen ich um so weniger öffentlich aussprach, als mir keine ähnliche Wirkung bei andern Metallsalzen bekannt war; die Goldauflösung allein ausgenommen, welche jedoch nur dann nach langer Zeit eine schwache Reduction zeigt, wenn sie vollkommen neutral ist, da hingegen das Palladium auch aus der Auflösung, die viel freie Säure enthält, in verhältnifsmäfsig kurzer Zeit vollständig reducirt wird.

In diesen Tagen (Anfangs Septembers) fand ich mich vorzüglich veranlafst, diese vermuthete reducirende Wirkung des Stickstoffs einer nähern Prüfung zu unterwerfen, indem ich beim Concentriren einer Auflösung von uralschem Platin in Königswasser, welches aus gleichen Theilen Salpeter- und Salzsäure gebildet worden war, die Ausscheidung eines Goldhäutchens auf der Oberfläche dieser, noch sehr viel freie Säure enthaltenden, Flüssigkeit wahrnahm *). Wenn die angegebene Reduction der

*) Das uralsche Platin hat nämlich viel Gold beigemengt, welches nur sehr schwer von den eigentlichen Platinerzkörnchen getrennt werden kann. Das Platinerz selbst hingegen enthält, wie ich mich durch Versuche überzeugt habe, kein Gold, wie denn ja auch Berzelius keines als Bestandtheil angegeben hat.

Palladium- und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft die reducirende Wirkung des (reinen) Stickstoffs vermuthen liefs, so mufste diese Reduction des Goldes aus einer Auflösung, die viel freie und concentrirte Säure enthält, zu der Ansicht leiten, dafs selbst der chemisch mit Sauerstoff verbundene Stickstoff — welche Verbindung bei Einwirkung der Wärme auf die Mischung von Salpeter- und Salzsäure leicht gebildet werden kann — die Reduction, wenigstens des Goldes, zu bewirken vermag.

Folgende Versuche bestätigen die Richtigkeit dieser Ansicht:

1) Die gewöhnliche Goldauflösung, d. h. die freie Säure enthält, wurde dergestalt mit Stickoxydgas in Berührung gebracht, dafs die entwickelte Luft in die Goldauflösung geleitet wurde; es erfolgte bald die Reduction des Goldes, welches sich theils an den Wänden des Glases fest anlegte, theils die aufsteigende Luftblase gleichsam mit einer metallischen Hülle überzog, welche beim Platzen der Blase auf der Oberfläche der Flüssigkeit als Häutchen sich darstellte. Nach kurzer Zeit war alles Gold aus der Flüssigkeit ausgeschieden.

2) Eben so erfolgt die Reduction, wenn die Goldauflösung der Einwirkung der salpetrigen Säure ausgesetzt wird, was leicht dadurch bewirkt werden kann, wenn eine Röhre mit Goldauflösung in dem obern (leeren) Raum einer Flasche gehalten wird, welche rauchende Salpetersäure (salpetrige Salpetersäure) enthält, indem dann die Goldauflösung mit den aufsteigenden Dämpfen der salpetrigen Säure in Berührung tritt; oder man braucht nur die Flasche mit der rauchenden Salpetersäure dergestalt über das die Goldauflösung enthaltene Gefäfs zu neigen, dafs die aus der Oeffnung der Flasche entweichenden Dämpfe die Goldauflösung berühren.

diese Krystalle und das blättrige Salz eine und dieselbe Verbindung waren, habe ich durch die Analyse beider ausgemittelt. Was sonst die Kennzeichen dieses Salzes betrifft, so mufs ich hinzusetzen, dafs dasselbe, beinahe auf gleiche Weise wie das octaëdrische Calcium-Salz, durch Wasser im ersten Augenblick milchig und zersetzt, bald darauf aber wieder aufgelöst wird, und dafs es sich bei freiwilliger Verdunstung der Lösung auf's Neue in prismatischen Krystallen absetzt. Das Salz löst sich überdiefs leicht in Alkohol, und schiefst eben so nach Verdunsten desselben daraus an. In Bezug auf die Analyse dieser Verbindung mufs bemerkt werden, dafs der Sublimirkolben so stark erhitzt wurde, dafs sich das Magnesiumchlorid zersetzte und in das Oxyd dieses Metalls verwandelte. Der abgeschnittene untere Theil des Apparats, welcher den letztgenannten Rückstand enthielt, wurde deshalb auch stark geglüht, so lange als er noch eine Gewichtsveränderung erlitt. Der obere Theil, welcher das Quecksilberchlorid, verunreinigt mit wasserhaltiger Salzsäure, enthielt, wurde auf mehrere Tage unter die Evaporationsglocke gestellt, in der sich, aufser der Schwefelsäure, noch eine Portion Kalkhydrat auf einem passenden Gefäfse befand, um damit die Salzsäure zu absorbiren. Dafs das Magnesiumchlorid aus dem Gewichte der erhaltenen Magnesia berechnet wurde, braucht wohl nicht erst gesagt zu werden, eben so wenig, als dafs die Magnesia, zur Bestimmung ihres Gewichtes, durch Salzsäure aus dem Kolben fortgeschafft wurde.

Die beiden Analysen, von denen die erste mit den blättrigen (0,906 Grm.), und die zweite mit den prismatischen Krystallen (1,355 Grm.) angestellt wurden, gaben folgende Resultate:

	1.	Chlor.	2.	Chlor.	Berechn.
Quecksilberchlorid	81,35	21,08	80,811	20,92	81,50
Magnesiumchlorid	9,71	7,15	9,59	6,96	9,56
Wasser	8,94		9,60		8,94
	100,00		100,00		100,00

Palladium- und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft die reducirende Wirkung des (reinen) Stickstoffs vermuthen liefs, so mufste diese Reduction des Goldes aus einer Auflösung, die viel freie und concentrirte Säure enthält, zu der Ansicht leiten, dafs selbst der chemisch mit Sauerstoff verbundene Stickstoff — welche Verbindung bei Einwirkung der Wärme auf die Mischung von Salpeter- und Salzsäure leicht gebildet werden kann — die Reduction, wenigstens des Goldes, zu bewirken vermag.

Folgende Versuche bestätigen die Richtigkeit dieser Ansicht:

1) Die gewöhnliche Goldauflösung, d. h. die freie Säure enthält, wurde dergestalt mit Stickoxydgas in Berührung gebracht, dafs die entwickelte Luft in die Goldauflösung geleitet wurde; es erfolgte bald die Reduction des Goldes, welches sich theils an den Wänden des Glases fest anlegte, theils die aufsteigende Luftblase gleichsam mit einer metallischen Hülle überzog, welche beim Platzen der Blase auf der Oberfläche der Flüssigkeit als Häutchen sich darstellte. Nach kurzer Zeit war alles Gold aus der Flüssigkeit ausgeschieden.

2) Eben so erfolgt die Reduction, wenn die Goldauflösung der Einwirkung der salpetrigen Säure ausgesetzt wird, was leicht dadurch bewirkt werden kann, wenn eine Röhre mit Goldauflösung in dem obern (leeren) Raum einer Flasche gehalten wird, welche rauchende Salpetersäure (salpetrige Salpetersäure) enthält, indem dann die Goldauflösung mit den aufsteigenden Dämpfen der salpetrigen Säure in Berührung tritt; oder man braucht nur die Flasche mit der rauchenden Salpetersäure dergestalt über das die Goldauflösung enthaltene Gefäfs zu neigen, dafs die aus der Oeffnung der Flasche entweichenden Dämpfe die Goldauflösung berühren.

3) Stickoxydulgas hingegen bewirkt keine Reduction des Goldes.

4) Eben so wenig wird von Stickoxydgas oder der salpetrigen Säure die Reduction des Palladiums oder irgend eines andern Metallsalzes bewirkt.

5) Um mich näher zu überzeugen, dafs die Eingangs erwähnte Reduction des Palladiums und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft vom Stickstoff herrührt, setzte ich die Auflösung dieser Metallsalze der Einwirkung derjenigen atmosphärischen Luft aus, welcher der Sauerstoffgehalt entzogen worden ist, wozu sich die farblose Auflösung des salzsauren Kupferoxyduls in Salzsäure am vorzüglichsten eignet *). Ungefähr nach 8 Tagen fand in dieser abgeschlossenen Luft die schwache Reduction des Goldes, aber keine Spur des Palladiums statt.

Das Resultat dieser Versuche ist demnach folgendes:

A. Der Stickstoff reducirt sowohl das Gold, als auch das Palladium — und aus einigen Erscheinungen zu schliefsen, dürfte wohl auch die Silber- und Platinauflösung nach langer Zeit eine Reduction erleiden — wird daher die Auflösung dieser Metalle lange Zeit hindurch in Berührung mit der atmosphärischen Luft gelassen, so erfolgt mit dem Verdampfen der Flüssigkeit zugleich die Reduction. Dieses Verdunsten ist die Bedingung der stattfindenden Reduction, indem der Stickstoff nur in sofern dem aufgelösten Metalloxyd seinen Sauerstoff zu entziehen im Stande ist, als zugleich die Säure des Salzes beim Verdunsten mit entweicht. Daher

*) Die meisten Körper, welche der Atmosphäre leicht den Sauerstoff entziehn, entwickeln entweder bei dieser Oxydation eine Luft oder hauchen Dämpfe aus, die entweder die Reduction oder die Zersetzung der Goldauflösung bewirken können, welches letztere selbst mit dem gewöhnlichen Chlorzinn der Fall ist.

Palladium- und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft die reducirende Wirkung des (reinen) Stickstoffs vermuthen liefs, so mufste diese Reduction des Goldes aus einer Auflösung, die viel freie und concentrirte Säure enthält, zu der Ansicht leiten, dafs selbst der chemisch mit Sauerstoff verbundene Stickstoff — welche Verbindung bei Einwirkung der Wärme auf die Mischung von Salpeter- und Salzsäure leicht gebildet werden kann — die Reduction, wenigstens des Goldes, zu bewirken vermag.

Folgende Versuche bestätigen die Richtigkeit dieser Ansicht:

1) Die gewöhnliche Goldauflösung, d. h. die freie Säure enthält, wurde dergestalt mit Stickoxydgas in Berührung gebracht, dafs die entwickelte Luft in die Goldauflösung geleitet wurde; es erfolgte bald die Reduction des Goldes, welches sich theils an den Wänden des Glases fest anlegte, theils die aufsteigende Luftblase gleichsam mit einer metallischen Hülle überzog, welche beim Platzen der Blase auf der Oberfläche der Flüssigkeit als Häutchen sich darstellte. Nach kurzer Zeit war alles Gold aus der Flüssigkeit ausgeschieden.

2) Eben so erfolgt die Reduction, wenn die Goldauflösung der Einwirkung der salpetrigen Säure ausgesetzt wird, was leicht dadurch bewirkt werden kann, wenn eine Röhre mit Goldauflösung in dem obern (leeren) Raum einer Flasche gehalten wird, welche rauchende Salpetersäure (salpetrige Salpetersäure) enthält, indem dann die Goldauflösung mit den aufsteigenden Dämpfen der salpetrigen Säure in Berührung tritt; oder man braucht nur die Flasche mit der rauchenden Salpetersäure dergestalt über das die Goldauflösung enthaltene Gefäfs zu neigen, dafs die aus der Oeffnung der Flasche entweichenden Dämpfe die Goldauflösung berühren.

3) Stickoxydulgas hingegen bewirkt keine Reduction des Goldes.

4) Eben so wenig wird von Stickoxydgas oder der salpetrigen Säure die Reduction des Palladiums oder irgend eines andern Metallsalzes bewirkt.

5) Um mich näher zu überzeugen, dafs die Eingangs erwähnte Reduction des Palladiums und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft vom Stickstoff herrührt, setzte ich die Auflösung dieser Metallsalze der Einwirkung derjenigen atmosphärischen Luft aus, welcher der Sauerstoffgehalt entzogen worden ist, wozu sich die farblose Auflösung des salzsauren Kupferoxyduls in Salzsäure am vorzüglichsten eignet *). Ungefähr nach 8 Tagen fand in dieser abgeschlossenen Luft die schwache Reduction des Goldes, aber keine Spur des Palladiums statt.

Das Resultat dieser Versuche ist demnach folgendes:

A. Der Stickstoff reducirt sowohl das Gold, als auch das Palladium — und aus einigen Erscheinungen zu schliefsen, dürfte wohl auch die Silber- und Platinauflösung nach langer Zeit eine Reduction erleiden — wird daher die Auflösung dieser Metalle lange Zeit hindurch in Berührung mit der atmosphärischen Luft gelassen, so erfolgt mit dem Verdampfen der Flüssigkeit zugleich die Reduction. Dieses Verdunsten ist die Bedingung der stattfindenden Reduction, indem der Stickstoff nur in sofern dem aufgelösten Metalloxyd seinen Sauerstoff zu entziehen im Stande ist, als zugleich die Säure des Salzes beim Verdunsten mit entweicht. Daher

*) Die meisten Körper, welche der Atmosphäre leicht den Sauerstoff entziehn, entwickeln entweder bei dieser Oxydation eine Luft oder hauchen Dämpfe aus, die entweder die Reduction oder die Zersetzung der Goldauflösung bewirken können, welches letztere selbst mit dem gewöhnlichen Chlorzinn der Fall ist.

Palladium- und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft die reducirende Wirkung des (reinen) Stickstoffs vermuthen liefs, so mufste diese Reduction des Goldes aus einer Auflösung, die viel freie und concentrirte Säure enthält, zu der Ansicht leiten, dafs selbst der chemisch mit Sauerstoff verbundene Stickstoff — welche Verbindung bei Einwirkung der Wärme auf die Mischung von Salpeter- und Salzsäure leicht gebildet werden kann — die Reduction, wenigstens des Goldes, zu bewirken vermag.

Folgende Versuche bestätigen die Richtigkeit dieser Ansicht:

1) Die gewöhnliche Goldauflösung, d. h. die freie Säure enthält, wurde dergestalt mit Stickoxydgas in Berührung gebracht, dafs die entwickelte Luft in die Goldauflösung geleitet wurde; es erfolgte bald die Reduction des Goldes, welches sich theils an den Wänden des Glases fest anlegte, theils die aufsteigende Luftblase gleichsam mit einer metallischen Hülle überzog, welche beim Platzen der Blase auf der Oberfläche der Flüssigkeit als Häutchen sich darstellte. Nach kurzer Zeit war alles Gold aus der Flüssigkeit ausgeschieden.

2) Eben so erfolgt die Reduction, wenn die Goldauflösung der Einwirkung der salpetrigen Säure ausgesetzt wird, was leicht dadurch bewirkt werden kann, wenn eine Röhre mit Goldauflösung in dem obern (leeren) Raum einer Flasche gehalten wird, welche rauchende Salpetersäure (salpetrige Salpetersäure) enthält, indem dann die Goldauflösung mit den aufsteigenden Dämpfen der salpetrigen Säure in Berührung tritt; oder man braucht nur die Flasche mit der rauchenden Salpetersäure dergestalt über das die Goldauflösung enthaltene Gefäfs zu neigen, dafs die aus der Oeffnung der Flasche entweichenden Dämpfe die Goldauflösung berühren.

3) Stickoxydulgas hingegen bewirkt keine Reduction des Goldes.
4) Eben so wenig wird von Stickoxydgas oder der salpetrigen Säure die Reduction des Palladiums oder irgend eines andern Metallsalzes bewirkt.
5) Um mich näher zu überzeugen, dafs die Eingangs erwähnte Reduction des Palladiums und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft vom Stickstoff herrührt, setzte ich die Auflösung dieser Metallsalze der Einwirkung derjenigen atmosphärischen Luft aus, welcher der Sauerstoffgehalt entzogen worden ist, wozu sich die farblose Auflösung des salzsauren Kupferoxyduls in Salzsäure am vorzüglichsten eignet *). Ungefähr nach 8 Tagen fand in dieser abgeschlossenen Luft die schwache Reduction des Goldes, aber keine Spur des Palladiums statt.

Das Resultat dieser Versuche ist demnach folgendes:

A. Der Stickstoff reducirt sowohl das Gold, als auch das Palladium — und aus einigen Erscheinungen zu schliefsen, dürfte wohl auch die Silber- und Platinauflösung nach langer Zeit eine Reduction erleiden — wird daher die Auflösung dieser Metalle lange Zeit hindurch in Berührung mit der atmosphärischen Luft gelassen, so erfolgt mit dem Verdampfen der Flüssigkeit zugleich die Reduction. Dieses Verdunsten ist die Bedingung der stattfindenden Reduction, indem der Stickstoff nur in sofern dem aufgelösten Metalloxyd seinen Sauerstoff zu entziehen im Stande ist, als zugleich die Säure des Salzes beim Verdunsten mit entweicht. Daher

*) Die meisten Körper, welche der Atmosphäre leicht den Sauerstoff entziehn, entwickeln entweder bei dieser Oxydation eine Luft oder hauchen Dämpfe aus, die entweder die Reduction oder die Zersetzung der Goldauflösung bewirken können, welches letztere selbst mit dem gewöhnlichen Chlorzinn der Fall ist.

Palladium- und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft die reducirende Wirkung des (reinen) Stickstoffs vermuthen liefs, so mufste diese Reduction des Goldes aus einer Auflösung, die viel freie und concentrirte Säure enthält, zu der Ansicht leiten, dafs selbst der chemisch mit Sauerstoff verbundene Stickstoff — welche Verbindung bei Einwirkung der Wärme auf die Mischung von Salpeter- und Salzsäure leicht gebildet werden kann — die Reduction, wenigstens des Goldes, zu bewirken vermag.

Folgende Versuche bestätigen die Richtigkeit dieser Ansicht:

1) Die gewöhnliche Goldauflösung, d. h. die freie Säure enthält, wurde dergestalt mit Stickoxydgas in Berührung gebracht, dafs die entwickelte Luft in die Goldauflösung geleitet wurde; es erfolgte bald die Reduction des Goldes, welches sich theils an den Wänden des Glases fest anlegte, theils die aufsteigende Luftblase gleichsam mit einer metallischen Hülle überzog, welche beim Platzen der Blase auf der Oberfläche der Flüssigkeit als Häutchen sich darstellte. Nach kurzer Zeit war alles Gold aus der Flüssigkeit ausgeschieden.
2) Eben so erfolgt die Reduction, wenn die Goldauflösung der Einwirkung der salpetrigen Säure ausgesetzt wird, was leicht dadurch bewirkt werden kann, wenn eine Röhre mit Goldauflösung in dem obern (leeren) Raum einer Flasche gehalten wird, welche rauchende Salpetersäure (salpetrige Salpetersäure) enthält, indem dann die Goldauflösung mit den aufsteigenden Dämpfen der salpetrigen Säure in Berührung tritt; oder man braucht nur die Flasche mit der rauchenden Salpetersäure dergestalt über das die Goldauflösung enthaltene Gefäfs zu neigen, dafs die aus der Oeffnung der Flasche entweichenden Dämpfe die Goldauflösung berühren.

3) Stickoxydulgas hingegen bewirkt keine Reduction des Goldes.

4) Eben so wenig wird von Stickoxydgas oder der salpetrigen Säure die Reduction des Palladiums oder irgend eines andern Metallsalzes bewirkt.

5) Um mich näher zu überzeugen, dafs die Eingangs erwähnte Reduction des Palladiums und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft vom Stickstoff herrührt, setzte ich die Auflösung dieser Metallsalze der Einwirkung derjenigen atmosphärischen Luft aus, welcher der Sauerstoffgehalt entzogen worden ist, wozu sich die farblose Auflösung des salzsauren Kupferoxyduls in Salzsäure am vorzüglichsten eignet *). Ungefähr nach 8 Tagen fand in dieser abgeschlossenen Luft die schwache Reduction des Goldes, aber keine Spur des Palladiums statt.

Das Resultat dieser Versuche ist demnach folgendes:

A. Der Stickstoff reducirt sowohl das Gold, als auch das Palladium — und aus einigen Erscheinungen zu schliefsen, dürfte wohl auch die Silber- und Platinauflösung nach langer Zeit eine Reduction erleiden — wird daher die Auflösung dieser Metalle lange Zeit hindurch in Berührung mit der atmosphärischen Luft gelassen, so erfolgt mit dem Verdampfen der Flüssigkeit zugleich die Reduction. Dieses Verdunsten ist die Bedingung der stattfindenden Reduction, indem der Stickstoff nur in sofern dem aufgelösten Metalloxyd seinen Sauerstoff zu entziehen im Stande ist, als zugleich die Säure des Salzes beim Verdunsten mit entweicht. Daher

*) Die meisten Körper, welche der Atmosphäre leicht den Sauerstoff entziehn, entwickeln entweder bei dieser Oxydation eine Luft oder hauchen Dämpfe aus, die entweder die Reduction oder die Zersetzung der Goldauflösung bewirken können, welches letztere selbst mit dem gewöhnlichen Chlorzinn der Fall ist.

Palladium- und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft die reducirende Wirkung des (reinen) Stickstoffs vermuthen liefs, so mufste diese Reduction des Goldes aus einer Auflösung, die viel freie und concentrirte Säure enthält, zu der Ansicht leiten, dafs selbst der chemisch mit Sauerstoff verbundene Stickstoff — welche Verbindung bei Einwirkung der Wärme auf die Mischung von Salpeter- und Salzsäure leicht gebildet werden kann — die Reduction, wenigstens des Goldes, zu bewirken vermag.

Folgende Versuche bestätigen die Richtigkeit dieser Ansicht:

1) Die gewöhnliche Goldauflösung, d. h. die freie Säure enthält, wurde dergestalt mit Stickoxydgas in Berührung gebracht, dafs die entwickelte Luft in die Goldauflösung geleitet wurde; es erfolgte bald die Reduction des Goldes, welches sich theils an den Wänden des Glases fest anlegte, theils die aufsteigende Luftblase gleichsam mit einer metallischen Hülle überzog, welche beim Platzen der Blase auf der Oberfläche der Flüssigkeit als Häutchen sich darstellte. Nach kurzer Zeit war alles Gold aus der Flüssigkeit ausgeschieden.

2) Eben so erfolgt die Reduction, wenn die Goldauflösung der Einwirkung der salpetrigen Säure ausgesetzt wird, was leicht dadurch bewirkt werden kann, wenn eine Röhre mit Goldauflösung in dem obern (leeren) Raum einer Flasche gehalten wird, welche rauchende Salpetersäure (salpetrige Salpetersäure) enthält, indem dann die Goldauflösung mit den aufsteigenden Dämpfen der salpetrigen Säure in Berührung tritt; oder man braucht nur die Flasche mit der rauchenden Salpetersäure dergestalt über das die Goldauflösung enthaltene Gefäfs zu neigen, dafs die aus der Oeffnung der Flasche entweichenden Dämpfe die Goldauflösung berühren.

3) Stickoxydulgas hingegen bewirkt keine Reduction des Goldes.

4) Eben so wenig wird von Stickoxydgas oder der salpetrigen Säure die Reduction des Palladiums oder irgend eines andern Metallsalzes bewirkt.

5) Um mich näher zu überzeugen, dafs die Eingangs erwähnte Reduction des Palladiums und der neutralen Goldauflösung an der atmosphärischen Luft vom Stickstoff herrührt, setzte ich die Auflösung dieser Metallsalze der Einwirkung derjenigen atmosphärischen Luft aus, welcher der Sauerstoffgehalt entzogen worden ist, wozu sich die farblose Auflösung des salzsauren Kupferoxyduls in Salzsäure am vorzüglichsten eignet *). Ungefähr nach 8 Tagen fand in dieser abgeschlossenen Luft die schwache Reduction des Goldes, aber keine Spur des Palladiums statt.

Das Resultat dieser Versuche ist demnach folgendes:

A. Der Stickstoff reducirt sowohl das Gold, als auch das Palladium — und aus einigen Erscheinungen zu schliefsen, dürfte wohl auch die Silber- und Platinauflösung nach langer Zeit eine Reduction erleiden — wird daher die Auflösung dieser Metalle lange Zeit hindurch in Berührung mit der atmosphärischen Luft gelassen, so erfolgt mit dem Verdampfen der Flüssigkeit zugleich die Reduction. Dieses Verdunsten ist die Bedingung der stattfindenden Reduction, indem der Stickstoff nur in sofern dem aufgelösten Metalloxyd seinen Sauerstoff zu entziehen im Stande ist, als zugleich die Säure des Salzes beim Verdunsten mit entweicht. Daher

*) Die meisten Körper, welche der Atmosphäre leicht den Sauerstoff entziehn, entwickeln entweder bei dieser Oxydation eine Luft oder hauchen Dämpfe aus, die entweder die Reduction oder die Zersetzung der Goldauflösung bewirken können, welches letztere selbst mit dem gewöhnlichen Chlorzinn der Fall ist.

abbildet, nur mit fast verschwindenden Säulenflächen. Sie waren aus Drusen des derben gelben Kieselzinkerzes vom Altenberg bei Aachen entnommen.

Das Ende *a* hat die Flächen *p* und *m* vorherrschend, die ein Oblongoctaëder (*octaëdre rectangulaire*) bilden; das Ende *b* die Flächen eines sehr niedrigen Rhombenoctaëders *P*; in der Regel sind die Krystalle mit dem letztern aufgewachsen, so dafs nur das andere Ende gesehen werden kann.

Bei steigender Temperatur wird *a* positiv und *b* negativ; bei sinkender umgekehrt *a* negativ und *b* positiv. Bei constanter Lufttemperatur sind die Krystalle indifferent. Selbst die kleinsten Krystalle lassen bei Temperaturveränderung deutlich noch die elektrische Polarität beobachten.

3. Boracit.

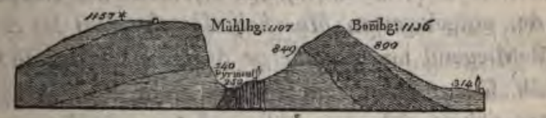
Die gewöhnlichsten Krystalle des Boracits sind die in Fig. 19. Taf. I. abgebildeten. Die vier elektrischen Axen verbinden die diametral gegen einander überstehenden Würfelecken, die zugleich in einer Differenz der Ausbildung stehen. Sind auf einer Seite die Octaëderflächen *s* vorhanden, so fehlen sie auf der andern Seite entweder ganz, oder sind doch nur ganz rauh und matt. Wir wollen die glatten Octaëderflächen mit *a*, die rauhen mit *b* bezeichnen.

Beim Erwärmen des Krystalls treten gleichzeitig alle acht elektrischen Pole hervor. Die vier *a* werden negativ, die vier *b* aber positiv. Beim Erkalten vertauschen sich auch hier die Pole, und *a* wird positiv und *b* negativ. Bei constanter Temperatur ist die Elektricität wieder gleich Null.

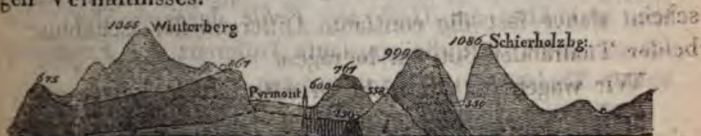
XI. *Ueber Erhebungsthäler und deren Zusammenhang mit dem Ursprunge der Sauerquellen; von Friedrich Hoffmann,*

[Wir können uns nicht versagen, noch diese Notiz aus dem bereits zu Anfange des vorigen Hefts genannten Werke zu entnehmen, da sie gewissermafsen ein für sich stehendes Ganze bildet, und, wie wir hoffen dürfen, für viele Leser nicht ohne Interesse seyn wird. *P.*]

Unter den Erscheinungen, welche auf eine belehrende Weise für die Ansicht von der Erhebung und Zerreifsung der Hügelketten in unserm Gebiete (dem westphälischen Hügellande) sprechen, heben wir noch ganz besonders die Bildung eigenthümlicher Thalformen hervor, welche wir vielleicht am passendsten *Ringthäler* oder *Erhebungsthäler* nennen. Das Auszeichnende derselben besteht darin, dafs sie, ursprünglich vollkommen geschlossen, von allen Seiten durch einen widersinnigen Abhang, oder durch ein Escarpement umgeben werden, dessen zusammensetzende Schichten, von ihrem Mittelpunkte abwärts gekehrt, nach allen Richtungen neigen. Unstreitig das grofsartigste Beispiel von solch einer auffallenden Bildung bietet der fast kreisförmig eingeschlossene Thalgrund von *Pyrmont* dar, und die folgenden Profilzeichnungen



erläutern vielleicht besser als Alles, was wir hier darüber sagen könnten, die Eigenthümlichkeit dieses merkwürdigen Verhältnisses.



Die obersten Ränder der *Muschelkalkberge*, welche die einfassenden Escarpements bilden, liegen an den gegenüberliegenden Thalwänden oft mehr als eine halbe Meile weit aus einander, und sie erheben sich über die innerste Thalsohle fast auf allen Seiten gleichförmig noch um 900 bis 1000'. Auf der äufseren Seite derselben aber sehn wir dann oft noch mit gröfseren Höhen die Ränder der zurückgeschobenen *Keuperformation* eintreten, und ihre ersten Berge bilden in den Rücken des *Winterberges*, der *Arminiusburg*, des *Schwalenberger Waldmoors* u. s. w., eine zweite, doch viel weniger vollkommen erhaltene, ringförmige Einfassung um die innere Umwallung des Thales. Auf dem Boden dieses Thalgrundes selbst aber verbreitet sich der den *Muschelkalkwänden* unterliegende *bunte Sandstein*, und er erreicht eine Höhe von nahe 400' über dem Tiefpunkte desselben. Seine obersten Gränzen gegen den *Muschelkalkstein* haben charakteristisch an den gegenüberliegenden Abhängen des Thales nicht immer dasselbe Niveau, sondern wir sehn es vielmehr an der nördlichen und östlichen Seite constant um ein Beträchtliches höher gehoben, als an der südlichen und westlichen, und dem gemäfs ist auch das nach aufsen gekehrte Einfallen der Schichten an den erstgenannten Seiten steiler, als an den letzten. So fand ich z. B. am *Bomberge* auf der Nordseite die obere Gränze des *bunten Sandsteines* in 850' Meereshöhe, und das Fallen des aufgelagerten *Muschelkalksteines* 20 bis 24°; gegenüberliegend am *Mühlberge* dagegen liegt diese Gränze in 540' Meereshöhe, und das Einfallen des *Muschelkalksteines* nähert sich der söhligen Lage. So liegt auch an dem Berge von *Hagen* in W, die untere *Muschelkalkgränze* nur 280' hoch, fast ganz in der Sohle des Thales, gegenüber am *Gellerser Felde* dagegen 560'. Es scheint daher fast die constante Differenz der Erhebung beider Thalränder 300' zu betragen.

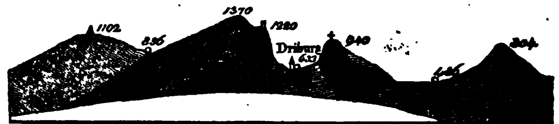
Wir wagen es hier nicht zu entscheiden, ob es zu-

fällig sey, dafs diese merkwürdige Thalbildung sich grade an der Stelle befindet, wo die Richtungen des *nordöstlichen* und die des *rheinischen* Gebirgssystemes sich an ihren Gränzen zum letzten Male kreuzen, auch kann es vielleicht eben so noch eine minder wesentliche Thatsache seyn, dafs man auf dem Boden dieses Thales, an der *Emmerbrücke* bei der *Saline*, das Ausgehende einer *Gypsmasse* gefunden *). Was aber gewifs nicht einem zufälligen Zusammentreffen zugeschrieben werden darf, ist: dafs grade auch auf dem Boden dieses Thales die stärksten unter den *kohlensauren Wässern Westphalens* entspringen, und dafs man überall in geringer Tiefe hier auf Ausströmungen gasförmiger *Kohlensäure* stöfst, welche in der sogenannten *Dunst-* oder *Schwefelhöle* bei *Pyrmont* so berühmt geworden sind. Hier ist also der Verbindungsweg noch offen, welchen sich die unterirdischen Gasarten bahnten, als sie die Decke des norddeutschen Hügellandes zersprengt und erhoben haben, und was jetzt hier sanft ausströmend in heilbringender Gestalt aus der Erdrinde hervordringt, ist noch dasselbe, was, wenn es abgeschlossen, erhitzt und zusammengeprefst worden, Gebirgsmassen emportreiben und umstürzen konnte.

Jedem, der den Antheil kennt, welchen die Entwikkelungen *gasförmiger Kohlensäure* und die mit ihnen verbundenen Mineralquellen an unsern vulcanischen Processen nehmen, wird diese Ansicht von der Bildung des

*) Ich habe dieselbe in den Profilzeichnungen, um die Aufmerksamkeit auf sie zu lenken, in mehr als natürlicher Gröfse angegeben. In den dieser Notiz beigegebenen Holzschnitten, welche von den Profilen in meinem geognostischen Atlas vom nordwestlichen Deutschland, Taf. III. No. VI. und No. IX., abgenommen worden sind, ist der Gyps durch eine Punctirung, der Muschelkalk durch eine schräg von der Linken zur Rechten wellenförmig hinunter laufenden Linirung und die Entwicklung der Kohlensäure durch senkrechte Striche angedeutet. Die Bedeutung der übrigen Schattirungen wird leicht durch den Text verständlich seyn.

Pyrmonter Thales nicht zu gewagt scheinen. Wer aber sollte wohl nicht freudig überrascht werden, wenn er auch noch in diesem Lande die Verhältnisse, unter welchen seine andern *kohlensauren Mineralwässer* entspringen, den eben angegebenen völlig entsprechend findet. Das *Driburger Thal* noch vor Allem, in welchem nächst dem *Pyrmonter* die stärksten *Squerquellen* des Landes auf dem linken *Weserufer* entspringen, ist in allen seinen äufsern Verhältnissen ein vollkommenes, nur in etwas verkleinertes Abbild des Thalgrundes von *Pyrmont.* Wir haben auch von ihm eine Profilzeichnung nach sehr detaillirten Beobachtungen entworfen,



und es ergiebt sich, dafs der *Muschelkalkrücken*, welcher sich hier an den Rändern der *Hochfläche* von *Paderborn*, von *Dringenberg* bis nach *Horn* fortzieht, auf seiner Scheitellinie in der Richtung von S. nach N. geborsten und aufgeklafft sey; indem unter ihm auf dem Boden des Thales der *bunte Sandstein* frei an die Oberfläche tritt. Die westliche Thalwand ist hier um ein Beträchtliches, ja wohl reichlich um 400′ höher gehoben, als die gegenüberliegende östliche. Und es erscheint uns keinesweges zufällig, dafs hier grade und hier auch allein in der ganzen Erstreckung der Kette des *Teutoburger Waldes* der zur Seite gerückte *Muschelkalkstein*, indem er an die Stelle des *Quadersandsteins* tritt, die Scheitellinie des Höhenzuges selbst bildet.

Noch einmal, etwa zwei Meilen weiter in N., ist es, wo an der sogenannten *Wulfeshärte* bei *Vinsebeck* sich derselbe *Muschelkalksteinrücken* in seinem Scheitel von Neuem geborsten zeigt. In seine Spalte dort drängt sich jedoch nur ein sehr schmaler Keil von senkrecht geschichtetem, *buntem Sandsteine*, und unmittelbar neben ihm

entspringen zwei ansehnliche *Sauerquellen.* Endlich, grade da, wo dieser *Muschelkalkrücken,* nachdem er seine grösseste Erhebung in dem *Bellenberge* bei *Horn,* erlangt hat, sich schnell unter der Decke des *Keupers* verbirgt, liegen vor ihm, aus *Keuper* entspringend, die ansehnlichen an *Kohlensäure* reichen Mineralquellen von *Meinberg,* ebenfalls auch da, wo die Gränzen des *rheinischen* und des *nordöstlichen* Gebirgssystemes zusammentreffen. Doch auch noch in dem Innern der einförmigen *Hochfläche* von *Paderborn* finden wir zahlreiche kohlensaure Mineralwässer und mächtige Entwickelungen von *Kohlensäure.* So bei *Saatzen,* bei *Istrup* und *Schmechten,* eben so bei *Schönenberg* und *Reelsen* unweit *Driburg,* und so auch auf der Nordseite von *Brackel* am Fufse der *Hinnenburg.* Von allen diesen Punkten aber läfst es sich nachweisen, dafs sie gewaltsamen Unterbrechungen des Zusammenhanges der Oberfläche ihre gegenwärtige Stellung verdanken.

So ragt auf dem Boden des Thales von *Saatzen* und *Istrup* der *bunte Sandstein* in grofser Erstreckung zwischen den Rändern der umgebenden *Muschelkalkberge* aus. Und hier sind es tausende von Entwickelungs-Canälen, aus welchen die *Kohlensäure* mit ungewöhnlicher Heftigkeit ausströmt. In der sumpfigen Wiesenfläche bei *Istrup* sah ich *Schlammhügel* von 15—20′ Höhe und wohl 100′ Umfang durch diese Ströme aufgeworfen, und an ihrer Oberfläche zahllose kleine Wasserbehälter, oder Pfützen, deren Oberfläche fortwährend in brodelnder Bewegung durch fauststarke Blasen dieser Gasart erhalten wird. Zwischen *Schönberg* und *Reelsen* erhebt sich der mächtige *Mehberg,* aus *buntem Sandsteine* bestehend, mitten aus der *Muschelkalkfläche,* und an seinem westlichen Abhange liegen die *Gasquellen.* Der Bergrücken aber, auf welchem die *Hinneburg* bei *Brackel* liegt, zeigt uns einen fast senkrecht aus dem *Muschelkalk* hervorgeschobenen Keil von *buntem Sandsteine,* welcher oben

noch die Reste seiner Decke in einer Verwirrung und Zerknickung der Schichten sehn läfst, welche der Beobachtung in hohem Grade werth sind. Die Gasquelle an seinem südlichen Abhange hat hier Gesteine ausgeworfen, welche fast an die Nähe des *Uebergangsgebirges* erinnern, und welche sich nirgend mehr in andern Theilen dieser Hochfläche wiederfinden.

Wo endlich noch in O. diese *Muschelkalkdecke* der selbstständigen Verbreitung des *bunten Sandsteines* Platz macht, da sehn wir auch an ihren Rändern noch hin und wieder die Spuren frei werdender *Kohlensäure* austreten. So in den *Mineralquellen* von *Godelheim* bei *Höxter*, im *Weserthale*, so bei den Salzquellen von *Carlshafen* und den Sauerbrunnen bei *Hof-Geismar*, bei *Volkmarsen* u. s. w. Doch auch da noch, wo der *Keuper* an der Nordgränze der *Paderborner Hochfläche* eine mächtige Decke über dem *Muschelkalksteine* bildet, finden wir noch selbst bis in weite Entfernung ähnliche Verhältnisse wiederkehrend. Ueberall hat die *Kohlensäure* einen Ausweg gefunden, wo sich der *Muschelkalkstein* in vereinzelten Inseln, die *Keuperdecke* durchbrechend, wieder emporheben konnte. So unter andern an den Abhängen des *Muschelkalkberges* bei *Schieder* und *Wöbbel* unweit *Pyrmont;* so bei *Calldorf* südwestlich von *Rindeln*, wo an den Abhängen einer Kalksteininsel eine grofse Zahl schwacher Sauerbrunnen und Salzquellen hervordringt. So bei *Vlotho* am Clusenberge, bei *Salz-Uffeln* und im Thale der *Salze* aufwärts, und an zahlreichen andern Orten. Wir können demnach füglich den ansehnlichen Landstrich auf dem linken Ufer der *Weser*, in der Strecke von *Carlshafen* bis *Vlotho* und bis an den Abhang des *Teutoburger Waldes*, als eine siebähnlich durchlöcherte Oberfläche ansehn, aus deren am vollkommensten geöffneten Zerspaltungen sich heute noch die Gasarten hervordrängen, welche fortwährend in der

Tiefe auf der Werkstätte des vulcanischen Heerdes, durch uns unbekannte Processe, entwickelt werden.

Hr. Hofrath Hausmann scheint in der That keine klare Vorstellung von den hier geschilderten merkwürdigen Verhältnissen gehabt zu haben, wenn er geneigt scheint, die Entstehung der *kohlensauren Mineralquellen* Westphalens aus der Lösung von, im *Mergel* des *bunten Sandsteines* kaum einmal vorkommenden, Spuren von *kohlensaurem Eisenoxydul* herzuleiten *). Auch wissen wir wirklich nicht, ob auf andere Gegenden unseres Vaterlandes schon fern von dem Sitze vulcanischer Gebirgsarten neuerer Zeit diese Vorstellung angewendet worden. Aufser den von Leopold von Buch vorgetragenen **), sehr schätzbaren Bemerkungen über die Salzquelle von *Nauheim* und die Sauerbrunnen der *Wetterau*, glauben wir indefs noch auch hier auf die vorläufig bekannt gewordene merkwürdige Beobachtung von Hrn. Stift aufmerksam machen zu müssen, woraus sich ergiebt, dafs die zahlreichen, an Kohlensäure bekanntlich so sehr reichen Mineralquellen im Herzogthume *Nassau* fast immer an solchen Stellen austreten, wo die in der Nähe zu Tage stehenden Gesteinschichten merkwürdige Veränderungen im Streichen und Fallen zeigen, wo sich besonders sattelförmige Erhebungen, und oft auch auf dem Rücken des Sattels Zerreifsungen der Schichten bemerken lassen ***). Diefs ist in der That wohl genau dieselbe Erscheinung, welche wir eben in *Westphalen* beschrieben haben, und es möchte schwer seyn, noch stärkere Be-

*) Vergl. Bemerkungen in W. A. Ficker's Driburger Taschenbuch, 1816, p. 73. sq., und Uebersicht der jüngeren Flözgebilde u. s. w., p. 67. und p. 69.

**) S. Poggendorff's Annalen der Physik, XII. p. 417.

***) Vergl. Rullmann, Wiesbaden und seine Heilquellen, 1823, p. 103. sq.

weise für den Zusammenhang der Streichungslinien unserer Höhenzüge und ihrer Schichtenstellung mit den Wirkungen unterirdisch fortdauernder Thätigkeit aufzufinden.

Was wir übrigens oben von der Bildung der *Ring-* oder *Erhebungsthäler* in Norddeutschland aus früheren Beobachtungen abgeleitet haben, das finden wir neuerlich auch für die Entstehung einer grofsen Zahl von Thälern im südlichen *England* durch die Forschungen von Buckland nachgewiesen. Dieser ausgezeichnete Gebirgsforscher hat uns ein Bild von drei Thälern an dem westlichen Ende des Beckens von *London* gegeben, welche er die Thäler von *Kingsclere*, *Ham* und *Pewsey* nennt, und welche, in *Kreide* und *greensand* gelegen, ein vollkommenes Abbild der Thäler von *Pyrmont* und *Driburg* scheinen. In dem Thale von *Kingsclere* zeigt sich die südliche Thalwand fast um das Doppelte höher, als die nördliche, erhoben, und die *Kreide* von England erreicht hier ihren höchsten Gipfel mit dem *Inkpen Hill* in 1011' (englische) Meereshöhe. Die Schlufsfolgen, welche der Verfasser aus diesen Beobachtungen ableitet, sind völlig dieselben, die den Gang unserer Forschung bezeichnet haben *), und wir möchten ihre Vergleichung

*) Vergl. *On the Formation of the Valley of Kingsclere etc.*, in dem *Geological Transact. second series. Vol. II. part. I. p.* 119. *sq.* Hr. Buckland schlägt vor, die auf diese Weise gebildeten Thäler, von welchen er noch eine grofse Zahl von Beispielen in *England* aufführt, *Valleys of Elevation* zu nennen, und er begleitet diesen Vorschlag mit folgender Bemerkung, welche so vollkommen das ausspricht, was wir hier zu erläutern bemüht waren, dafs wir sie wörtlich hieher setzen.

— — as it is utterly impossible to explain the origin of any valleys of this description by denudation or alone, indeed without referring the present position of their component strata to a force acting from below, and elevating the strata along their central line of fracture, I shall venture so far to involve this theory of their origin with the facts which they display, as to designate them by the appellation of Valleys of Elevation etc,

daher insbesondere den Beobachtern im norddeutschen Hügellande empfehlen, welche nur zu wenig gewöhnt sind, die Erscheinungen der Schichtenstellung aus einem allgemeinen Gesichtspunkte aufzufassen, und sie denen, welche uns aus fernen Erdgegenden berichtet werden, an die Seite zu stellen.

XII. *Ueber Robert Brown's mikroskopische Beobachtungen, über den Gefrierpunkt des absoluten Alkohols, und über eine sonderbare Erscheinung an der Coulomb'schen Drehwaage.*

(Aus einem Schreiben des Hrn. Hofr. Muncke in Heidelberg an den Herausgeber.)

— Unter den vielen interessanten Gegenständen, welche bei der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte verhandelt wurden, erlaube ich mir, Ihnen, mein hochgeschätzter Freund! wegen Kürze der Zeit nur von einigen wenigen eine kurze Nachricht mitzutheilen.

Am meisten Aufsehen erregten die schon vorher be-

Hr. Buckland bemerkt ferner am Ende seiner Darstellung, p. 124., wörtlich:

The facts then which we have examined, conspire to lead us to the conclusion, that not only many inclosed valleys similar to that of Kingsclere, but also in a lefs degree many open valleys similar to that of Pewsey etc. owe their origin to an antecedent elevation and fracture of their component strata; and these phaenomena may be regarded as of frequent occurrence in the formations of all ages, and as indicating the multitude of disturbing causes by which the earth's surface has been affected.

Wir dürfen wohl nicht erst hinzufügen, dafs zu dieser letztern Classe von Erhebungsthälern auch die oben erwähnten weitgeöffneten Thalfurchen von *Quedlinburg*, von *Huyseburg*, vom *Reitlinge* am *Elmwalde*, und viele andere gehören.

kannten Versuche des berühmten Botanikers Robert Brown aus London, wie er sie nennt: *on the general Existence of active Molecules in Organic and Inorganic Bodies.* Der durch seine anspruchlose Gefälligkeit sich auszeichnende und sehr empfehlende Gelehrte hatte die Güte, auf Ersuchen der rühmlichst bekannten Gebrüder Treviranus, diese Erscheinungen gleich anfangs einer kleinen Auswahl von Naturforschern auf meinem Zimmer zu zeigen, weil ein ausgezeichnet wirksames Mikroskop, welches ich so eben von Plöfsl in Wien durch gütige Vermittelung des Hrn. Baron von Jacquin und Prof. von Ettingshausen erhalten habe, mich in den Stand setzte, das Phänomen weiter zu untersuchen. Das Mikroskop, dessen sich Brown bedient, ist ein sogenanntes Banks'sches von Dollond, ein einfaches von überraschender Wirksamkeit der äufserst kleinen Linsen. Bis zu 400facher Vergröfserung hat man noch immer ein deutliches und sehr klares Bild; bei den weiteren, bis zum 600fachen steigenden, wird dasselbe jedoch undeutlich. Inzwischen sind die in Rede stehenden Erscheinungen bei 250facher Vergröfserung schon recht gut sichtbar, noch ungleich besser aber bei 500facher, deren ich mich meistens bediene. Am leichtesten und einfachsten ist folgender Versuch.

Wenn man ein Stückchen *gummi guttae* von der Gröfse einer Stecknadelspitze in einem grofsen Wassertropfen auf einem Glasscheibchen zerreibt, von dieser Lösung einen Theil, so viel an einem Stecknadelknopfe hängen bleibt, abermals mit einem Tropfen Wasser verdünnt, und hievon mit dem Stecknadelknopfe so viel, als etwa ein halbes Hirsenkorn beträgt, unter das Mikroskop bringt, so zeigen sich in der Flüssigkeit kleine braungelbe, meistens runde, aber auch anders geformte Pünktchen von der Gröfse eines kleinen Schiefspulverkörnchens in Abständen von 0,25 bis 1 Lin. von einander und in verschiedener gegenseitiger Lage. Diese Pünktchen

chen sind sämmtlich oder gröfstentheils in steter langsamerer oder schnellerer Bewegung, so dafs sie einen scheinbaren Raum von 1 Linie in 0,5 bis 2 oder 4 Secunden durchlaufen, willkührlich bald nach der einen, bald nach der andern Seite, abwechselnd stillstehend, umkehrend u. s. w. Nimmt man feines Mandelöl statt Wasser, so findet gar keine Bewegung statt, aber in Weingeist ist sie so schnell, dafs man sie kaum mit dem Auge verfolgen kann. Die Bewegung hat allerdings einige Aehnlichkeit mit der bei Infusorien wahrgenommenen, jedoch zeigt letztere mehr Willkühr. An Vitalität, wie vielleicht Einige geglaubt haben, ist dabei gar nicht zu denken, vielmehr halte ich die Bewegung für rein mechanisch, und zwar durch ungleiche Temperatur des stark erleuchteten Wassers, durch Verdampfung desselben, durch Luftzug und Wärmeströmung u. s. w. erzeugt. Wenn man den Durchmesser des Tröpfchens zu 0,5 Lin. setzt, so erhält man durch 500fache Vergröfserung eine scheinbare Wassermasse von 1,7 F. Seite mit kleinen darin schwimmenden Theilchen, und wenn man deren Bewegung auf gleiche Weise vergröfsert denkt, so hört das Phänomen auf wunderbar zu seyn, ohne übrigens das Interessante zu verlieren. Was sich beim *gummi guttae* wahrnehmen läfst, zeigt sich bei allen hinlänglich verkleinerten Körpern, namentlich nach Brown's Versuchen, bei Corund.

Meine schon bekannten Versuche über die Ausdehnung der tropfbaren Flüssigkeiten habe ich in diesem Winter fortgesetzt, und der Wichtigkeit wegen absichtlich für diesen Zweck durch meinen Freund und Collegen, den Geh. Hofrath L. Gmelin, bereiteten absoluten Alkohol gewählt. Seine Ausdehnung ist der früher versuchten des nicht absoluten Alkohols sehr ähnlich, und beide geben die nämliche Ausdehnungs-Curve. Aus der Formel für seine Ausdehnung ergiebt sich der Punkt der gröfsten Dichtigkeit bei $-89^{\circ},4\ldots$ C. Wenn man

nun nach überwiegenden Wahrscheinlichkeitsgründen annimmt, dafs der Gefrierpunkt nicht weit von diesem Punkte des Maximums der Dichtigkeit liegt, so haben wir für das Gefrieren des Alkohols folgende, seiner Reinheit correspondirende Punkte:

Sehr guter Conjac gefror oder gestand auf Melville-Insel in natürlicher Kälte nach Parry bei	—48°,5C.
Alkohol von 801 spec. Gew. bei 20° C. hat den Punkt der gröfsten Dichtigkeit nach meinen ersten Versuchen bei —56°,6... C., also den muthmafslichen Gefrierpunkt bei	—58° C.
Nahe absoluter Alkohol von 798 spec. Gew. gefror, nach Hutton, bei	—79° C.
Absoluter Alkohol von 791 spec. Gew. hat den Punkt der gröfsten Dichtigkeit nach meiner zweiten Versuchsreihe bei—89°,4 C. also den muthmafslichen Gefrierpunkt bei	—92° C.

Ueber die Genauigkeit der Versuche und die Schärfe der Rechnungen werde ich mich hoffentlich durch die vollständige Abhandlung rechtfertigen, sobald diese gedruckt erscheint.

Jetzt erlaube ich mir noch, Ihnen eine Beobachtung mitzutheilen, worüber einige Physiker vielleicht lächeln werden; allein ich habe zu lange beobachtet, und bin im Allgemeinen zu sehr Skeptiker, als dafs ich mich Täuschungen leichtgläubig hingeben sollte. Uebrigens kann mich blofs die Schwierigkeit der Erklärung eines höchst seltsamen Phänomens entschuldigen, wenn ich dasselbe schon jetzt bekannt mache. Das Phänomen selbst ist folgendes:

Ich habe eine Coulomb'sche Drehwaage für das hiesige Cabinet verfertigen lassen, deren Gehäuse aus einer gläsernen Halbkugel mit aufgesetztem Glasrohre besteht. Der untere Rand der Halbkugel ist in einen mit Tuch ausgefütterten Falz des Bodenbrettes 2,5 Lin. tief dicht schliefsend eingesenkt, so dafs kein Luftzug dar-

unter stattfindet. Der Durchmesser der Halbkugel ist 10 Par. Zoll, die Länge des Waagebalkens beträgt 7 Z.; er selbst besteht aus einem äufserst feinen Glasstäbchen, welches an einem Ende ein Kügelchen von Holundermark, 1,25 Lin. Durchmesser haltend, trägt, und dieses ist am andern Ende durch etwas aufgeklebten Goldschaum balancirt, dessen Menge sich zur Herstellung des Gleichgewichts leicht vermehren läfst. Der Waagebalken hängt an einem einfachen, 2 F. langen Coconfaden, so, dafs das Kügelchen um etwa 5 Grade gegen den Horizont geneigt ist. Der ganze Apparat steht auf einem Tische im physikalischen Cabinette, welcher grofse Saal der Länge nach von N. nach S. gerichtet ist, und an der Ost- und Westseite Fenster hat, Zwischen zweien dieser Fenster, etwa 4 F. vom östlichen entfernt, steht der Apparat. Zufällig wurde er anfangs so gestellt, dafs das isolirte messingene Kügelchen, welches zum Abstofsen des Holundermarkkügelchens bestimmt ist, in Norden stand. Um mit ihm das Kügelchen in Berührung zu bringen, drehete ich an dem Stifte den Coconfaden so weit herum, als mir hiefür nöthig schien, erschütterte den Tisch, und hoffte, der Balken solle sich allmälig in die verlangte Lage stellen, aber ich fand ihn stets in der Richtung von O. nach W., so weit sich ohne eigentliche Messung bestimmen läfst, den astronomischen Meridian rechtwinklich schneidend. Als wiederholte Drehungen des Fadens 5 bis 10 Mal um seine Axe nichts halfen, drehete ich den ganzen Apparat durch alle Richtungen im Azimuth, vermied jedoch, um Störungen hiedurch zu vermeiden, die Stellungen des messingenen Knöpfchens in O. und W. Der Waagebalken drehet sich nicht selten um 180 Grade, kommt aber nach langen Oscillationen stets in einigen Stunden in der oben erwähnten Richtung zum Stillstande, und im Verhältnifs von etwa 8:1 mit dem Holundermarkkügelchen nach W. gerichtet. Das Factum ist an der angegebenen Stelle und unter den an-

gegebenen Umständen einmal richtig; gleich anfangs habe ich v. Horner und Kämtz auf die sonderbare Erscheinung aufmerksam gemacht, aber seitdem die Beobachtungen ununterbrochen, also seit 24. Sept. bis heute 21. Oct. fortgesetzt, aber was die Ursache seyn mag, das ist allerdings schwer zu enträthseln. Ohne hierüber irgend etwas bestimmen zu wollen, möchte ich die Elektricität vorläufig ausschliefsen, denn bei dem regnerischen Wetter war dieselbe überhaupt äufserst schwach, und dann wüfste ich doch gar keinen Zusammenhang zwischen dieser und der beobachteten Wirkung aufzufinden. Wollte man an Magnetismus denken, so müfste es tellurischer seyn, denn es hängen zwar zufällig nahe in N. und S. von dem Apparate eine Declinations-Nadel, aber da der Abstand derselben fast 20 Par. Fufs beträgt, so kann ich diesen nicht wohl eine solche Wirkung beimessen. Weit geneigter bin ich, die Ursache im Einflusse des Lichtes und noch näher der Wärme zu suchen, da der Apparat zwischen zwei Fenstern in O. und W. steht. Man müfste dann entweder annehmen, dafs die Strömung des Lichtes unmittelbar den Waagebalken in diejenige Richtung stellte, welche ihr den geringsten Widerstand entgegenstellt, oder dafs die Erwärmung durch das Licht in dieser Richtung unmerkliche Luftströmungen in der gläsernen Hülle hervorbrächte, welche diese Wirkung erzeugten. Beim Suchen nach der unbekannten Ursache habe ich sogar auch an die Axendrehung der Erde gedacht, ja man könnte bei einem so räthselhaften Phänomene auf den Gravitations-Einflufs des Mondes verfallen, ohne Hoffnung jedoch, hiedurch zu einer genügenden Enträthselung zu gelangen. Wie geringe die bewegende Kraft seyn mag, dieses wage ich bei einem so feinen Waagebalken und insbesondere einem 2 Fufs langen Coconfaden selbst nicht einmal annähernd zu bestimmen. Ich werde die Beobachtungen unter den gegebenen Bedingungen und demnächst unter

abgeänderten fortsetzen, um entweder die Richtigkeit des Phänomens, oder wo möglich seine Ursachen aufzufinden.

XIII. *Neue Verbindung von Chlor, Phosphor und Schwefel; von Hrn.* Serullas.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLII. p.* 25.)

Man hatte bisher angenommen, dafs Phosphor und Schwefel sich in allen Verhältnissen mit einander verbinden könnten. Nur Hr. Faraday hat in neuerer Zeit eine krystallisirbare Verbindung beider Körper kennen gelehrt, die aus 1 Atome Schwefel und 2 Atomen Phosphor, also nach einem festen Verhältnisse, zusammengesetzt ist.

Nach dieser Beobachtung stand zu vermuthen, dafs man, durch Behandlung der beiden Chlorphosphore mit Schwefelwasserstoff, zwei Schwefelphosphore von bestimmten Verhältnissen erhalten würde. Indefs haben die Versuche, welche ich hierüber anstellte, nicht ganz die gehofften Resultate gegeben, allein dafür andere nicht weniger interessante und völlig neue.

In eine mit trocknem Schwefelwasserstoffgase gefüllte Flasche wurde gepülvertes Phosphorchlorid (*perchlorure*) gebracht und darauf die Flasche wieder verschlossen. Nach kurzer Zeit hatte sich das Ganze in eine farblose durchsichtige Flüssigkeit und in Chlorwasserstoffsäure-Gas verwandelt; auch fand da, wo der Chlorphosphor lag, eine ziemlich starke Wärmeentwicklung statt.

In der Voraussetzung einer solchen Reaction, dafs das Ganze in Schwefelphosphor und in Chlorwasserstoffsäure verwandelt würde, wären 3grm,785 Phosphorchlorid hinreichend auf jedes Liter Schwefelwasserstoffgas, bestehend aus:

1 Atom Schwefel	1,456	1,547
2 Atomen Wasserstoff	0,091	

Allein bei Untersuchung dieser Flüssigkeit ersah ich, dafs sie Chlor, Phosphor und Schwefel enthielt; folglich war es Chlorphosphor und Schwefel, auf welches der Ueberschufs von Schwefelwasserstoff einzuwirken aufhörte. Ich vermehrte nun die Menge des Phosphorchlorids, und nahm von ihm $7^{gm.}$,955, oder etwas weniger, auf jedes Liter Schwefelwasserstoff, damit es in Ueberschufs da sey.

Zur Bereitung dieses Schwefel-Chlorophosphür kann man auch einen gemäfsigten Strom trocknen Schwefelwasserstoffgases auf Phosphorchlorid leiten, das sich in einem Ballon befindet. Man sieht dann die Flüssigkeit allmälig entstehen, und auf der Oberfläche des festen Chlorids zeigt sich ein lebhaftes Sieden, herrührend von der Entwicklung von Chlorwasserstoffsäuregas. Man mufs das zum Hineinleiten des Schwefelwasserstoffgases bestimmte Rohr durch einen in die Flasche eingesetzten Kork stecken, und diesen mit einem andern verticalen Rohr zur Fortleitung des Chlorwasserstoffsäure-Gases und des überschüssigen Schwefelwasserstoffgases versehen. Um indessen jeden Verlust zu vermeiden, ist es besser, anfangs den Ballon mit Schwefelwasserstoff zu füllen, dann das Phosphorchlorid hineinzubringen, und ihn nun auf angegebene Art zu verschliefsen.

Man nimmt das Product heraus und destillirt es in einer kleinen Retorte; diefs kann beliebig oft wiederholt werden, ohne dafs es dabei eine Veränderung erleidet.

Anfangs opalisirt es ein wenig, allein nach kurzer Zeit wird es durchsichtig und farblos, wie das klarste Wasser. Es ist schwerer als Wasser, hat einen eigenthümlichen, etwas stechenden und aromatischen Geruch, gemischt mit dem von Schwefelwasserstoffgas, giebt an der Luft einige Dämpfe, und kommt bei 125° C. in's Sieden.

Der Schwefelwasserstoff-Geruch, den es an der Luft ausstöfst, hängt von der zersetzenden Einwirkung ab, den es auf die atmosphärische Feuchtigkeit ausübt. Denn, wenn

das Chlorophosphür im gewöhnlichen Apparat mit Kupferoxyd behandelt wird, giebt es keine Spur von Wasser oder von irgend einem Gase, und diefs beweist die gänzliche Abwesenheit des Wasserstoffs in seiner Zusammensetzung.

Um eine Angabe über die Verhältnisse der Elemente dieser neuen Verbindung zu bekommen, wurde bestimmt, wie viel von derselben aus einer gegebenen Menge des Phosphorchlorids entstehen könne. 20 Gramm. des letzteren, bestehend aus 5 Atomen Chlor =16,99 und 1 At. Phosphor 3,01, gaben 16,355 Schwefel-Chlorophosphür.

Diefs beweist, dafs das Phosphorchlorid in diesem Falle 2 At. Chlor verliert, und dafs das dadurch entstandene Phosphorchlorür sich chemisch mit einem Atome Schwefel verbindet, welches letztere die als Chlorwasserstoffsäure davon gegangenen 2 At. Chlor ersetzt; denn in dieser Annahme müfste man, statt der 16,355, haben:

3 Atome Chlor	10,194
1 Atom Phosphor	3,010
1 Atom Schwefel	3,080
	16,284.

Der geringe Gewichtsüberschufs kann von der Gegenwart einer gewissen Menge Chlorwasserstoffsäure-Gas, die nicht vollständig aus dem Ballon vertrieben worden ist, abhängen.

Ich habe versucht das Schwefel-Chlorophosphür dadurch zu bereiten, dafs ich flüssigen Schwefelphosphor mit Phosphorchlorür (*protochlorure*) destillirte; allein das Phosphorchlorür verflog zuerst für sich, und der Schwefelphosphor, welcher zurückblieb, explodirte zuletzt.

Schwefel und Phosphor, jeder für sich, wurden in das Schwefel-Chlorophosphür gebracht, um zu sehen, ob dieses im Stande sey, sich mit ihnen in einem gröfseren Verhältnisse zu verbinden. Beide lösten sich etwas in der Kälte und reichlich in der Wärme, allein beim Erkalten setzten sie sich wieder ab. Als hierauf das, etwas gelbgefärbte, Chlorür destillirt wurde, nahm es

seine Weiſse wieder an, und setzte noch den geringen Gehalt an Schwefel oder Phosphor in der Retorte ab.

Diese Versuche beweisen, daſs das Schwefel-Chlorophosphür eine Verbindung in festen Verhältnissen ist, welche ihre Bildung dem günstigen Umstande des gleichzeitigen Entstehens von Phosphorchlorür und Schwefel verdanken. Dieſs veranlaſst mich, dieselbe als ein Protochlorür von Phosphor und Schwefel zu betrachten, lieber als ein Doppelchlorür. Denn, welchen Ueberschuſs von Schwefelwasserstoff man auch mit diesem Chlorür in Verbindung bringt, und wie lang man auch diese Berührung unterhält, so erleidet es doch, wie gesagt, keine Veränderung; während das Phosphorchlorür (*protochlorür*) in diesem Falle in einen starren Körper verwandelt wird, von dem wir sogleich ein Mehreres sagen werden.

Der Wirkung des Wassers unterworfen, zersetzt sich das Chlorophosphür des Schwefels bei gewöhnlicher Temperatur langsam; es sind mehrere Tage dazu erforderlich; durch Schütteln kann man die Zersetzung in viel kürzerer Zeit erhalten, und durch Erwärmung in wenig Stunden. In allen diesen Fällen bilden sich sehr dicke weiſse Dämpfe, welche sich verdichten; fein vertheilter Schwefel setzt sich ab und macht die Flüssigkeit milchig, wenn man bloſs Wasser anwendet.

Mit flüssigem Ammoniak oder einer Lösung von kaustischem Kali geschieht, unter Umschütteln, die Zersetzung ziemlich rasch; die Temperatur steigt, wie in den früheren Fällen, an den Berührungspunkten, und es bildet sich Schwefelwasserstoff, Chlorwasserstoffsäure und Phosphorsäure *), folglich die entsprechenden Salze, wenn Basen hinzutreten.

*) Da der Schwefel zwei Atome Wasserstoff zur Bildung von Schwefelwasserstoff verlangt, so wird hier eben so viel Wasser zersetzt, als das Phosphorchlorid unter diesen Umständen zersetzen würde.

Zerlegung des Schwefel-Chlorophosphürs.

Die Menge des Chlors in dieser Verbindung wurde dadurch bestimmt, dafs man sie in einem langhalsigen Ballon mit kaustischem Kali behandelte, gelinde erwärmte und umschüttelte. Zu jedem Versuche wurde ein Grm. angewandt.

Diese Lösung wurde, zur Vertreibung des Schwefelwasserstoffs, mit einem grofsen Ueberschufs von Essigsäure gekocht, und darauf zur Trockne verdunstet. Die filtrirte Lösung des Rückstandes gab mit salpetersaurem Silber einen Niederschlag, welcher in Ammoniak wieder gelöst, und durch einen Ueberschufs von Salpetersäure wieder hergestellt wurde, um einen Antheil Schwefelsilber abzuscheiden, der sich immer in ihm befand.

Das Mittel von sechs Versuchen gab:

Chlorsilber 2,516

1 Grm. wurde in einem langhalsigen Kolben mit einem Ueberschufs von Salpetersäure gelinde erwärmt, bis die röthlichen Dämpfe verschwanden.

Die Flüssigkeit mit Barytwasser behandelt, jedoch so, dafs sie sauer blieb, gab, im Mittel aus 6 Versuchen, schwefelsauren Baryt 1,355

Die davon getrennte Säure, welche den phosphorsauren Baryt enthielt, wurde gesättigt, bis Baryt in geringem Ueberschusse da war. Der gallertartige phosphorsaure Baryt, stark getrocknet, wog immer etwas mehr als er es der Rechnung nach sollte; man hatte im Mittel 1,322

Dieser Versuch wurde dahin abgeändert, dafs das Chlorosulfür, unter den gehörigen Vorsichtsmafsregeln, blofs mit Wasser erwärmt wurde. Nachdem die Auflösung völlig zu Stande gekommen war, wurde die Flüssigkeit in einer Schaale abgedampft, bis der Geruch nach Schwefelwasserstoff verschwunden war, und darauf der Schwefel durch's Filter abgesondert; dann wurde Salpetersäure hinzugefügt und die Abdampfung fortgesetzt, bis

der Ueberschufs derselben völlig ausgetrieben war. Der Zweck hiebei war, die Phosphorsäure mit Sicherheit zu erhalten, um sie für sich mit Baryt sättigen zu können. Der erhaltene phosphorsaure Baryt stimmte immer mit der früher angegebenen Menge überein.

Ich wollte durch Vermischung einer Lösung von salpetersaurem Silber mit einer Lösung des Chloro-Phosphürs in Kali jedes der Elemente, an Silber gebunden, abscheiden. Der Niederschlag, der sich in diesem Falle augenblicklich bildet, enthält in der That: Chlorsilber, Schwefelsilber und phosphorsaures Silber. Ich behandelte diesen Niederschlag zu wiederholten Malen mit flüssigem Ammoniak, um das Chlorsilber und phosphorsaure Silber aufzulösen, und von dem in Ammoniak ganz unlöslichen Schwefelsilber zu trennen. Ich versetzte dann die filtrirte ammoniakalische Flüssigkeit mit Salpetersäure, um das Chlorsilber zu fällen und das phosphorsaure Silber in Lösung zu behalten; da ich aber immer mehr Schwefelsilber und weniger Chlorsilber erhielt, als die Rechnung giebt, so hielt ich diefs Verfahren nicht für genau.

Man sieht aus der obigen Analyse, dafs das Schwefel-Chlorophosphür gebildet seyn mufs aus 3 At. Chlor, 1 At. Phosphor und 1 At. Schwefel; weil ein Gramm, welches zu jedem Versuche verwandt wurde, vorstellt:

3 At. Chlor 0,625 + Silber 1g,908 = Chlorsilber 2,533

1 At. Phosphor 0,184 + Sauerstoff 0,231 = Phosphorsäure 0,418 + Baryt 0,896 = Phosphorsaur. Baryt 1,314

1 At. Schwefel 0,189 + Sauerstoff 0,282 = Schwefelsäure 0,471 + Baryt 0,899 = schwefelsaur. Baryt 1,370

Auch auf das Phosphorchlorür (*protochlorure*) wirkt der Schwefelwasserstoff sehr rasch ein. Sobald man Phosphorchlorür in einen mit trocknem Schwefelwasserstoffgase gefüllten Ballon bringt, entwickelt sich Wärme, und

es bildet sich eine starre, etwas gelbe Substanz, ohne deutliche Krystallform; sie legt sich stark an die Wände, von denen man sie mit einem Stab abstofsen mufs.

Diese Verbindung ist ein Phosphorsulfür; bei gewöhnlicher Temperatur zerlegt es das Wasser und verschwindet darin mit der Zeit; es bildet sich Schwefelwasserstoff und Phosphorsäure. Es schien mir, wenigstens so, wie ich es erhielt, zu einer näheren Untersuchung keine hinlänglich characteristische Eigenschaften zu besitzen. Seine atomistische Zusammensetzung müfste, zufolge der des Phosphorchlorürs, das zu seiner Bildung beigetragen hat, seyn:

Reagirende Factoren.

3 At Schwefelwasserstoff	Schwefel	3 At.
	Wasserstoff	6 At.
2 At. Phosphorchlorür	Chlor	6 At.
	Phosphor	2 At.

Producte.

6 At. Chlorwasserstoffsäure	Chlor	6 At.
	Wasserstoff	6 At.
Phosphorsulfür	Schwefel	3 At.
	Phosphor	2 At.

XIV. *Wirkung des Kali's auf organische Substanzen; von Hrn. Gay-Lussac.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLI. p.* 398.)

Hr. Vauquelin hat die pectische Säure, durch Behandlung mit Kali in einem Tiegel, in oxalsaures Kali umgewandelt. Dieser Versuch hat mich auf die Idee gebracht, die Holzfaser, welche einige Aehnlichkeit mit der

pectischen Säure besitzt, eben so zu behandeln, und in der That entsprach das Resultat meiner Erwartung.

Ich nahm 5 Grm. Baumwolle, brachte sie nebst 25 Grm. kaustischen Kali's, das mit Alkohol bereitet worden, in einen Platintiegel, und setzte dem Gemenge etwas Wasser hinzu. Der Tiegel wurde über einer Weingeistlampe mäfsig erhitzt, bei weitem nicht bis zum Rothglühen. Die Baumwolle widersteht eine Zeit lang der Wirkung des Kali's; allein endlich wird sie weich; das Gemenge schwillt auf, ohne sich zu verkohlen, und die Wirkung des Kali's auf die Holzfaser verräth sich durch eine Entwicklung von Wasserstoffgas. Während dieses Aufschwellens mufs man das Gemenge fortwährend umrühren. Nachdem es sich gesenkt hat, löst man die Masse in Wasser und übersättigt sie ein wenig mit Salpetersäure; sie giebt alsdann mit salpetersaurem Blei einen reichlichen Niederschlag, welcher, nach Behandlung mit Schwefelwasserstoffsäure, sehr schöne Krystalle von Oxalsäure liefert. Mit salpetersaurem Kalk bekommt man sehr viel oxalsauren Kalk.

Sägespäne, wie die Baumwolle behandelt, geben ein ähnliches Resultat.

Zucker, mit dem Drei- oder Vierfachen seines Gewichts an Kali erhitzt, bräunt sich anfangs, wird aber bald weifs und liefert viele Kleesäure.

Stärkemehl bildet mit Kali eine Masse, die sehr schlüpfrig ist und es lange bleibt; auf Zusatz einer neuen Quantität Alkali wird sie aber flüssig; das Gemenge schwellt auf und verwandelt sich in oxalsaures Kali.

Gummi und Milchzucker werden gleichfalls und unter Entwicklung von Wasserstoffgas in Oxalsäure verwandelt.

Eine der merkwürdigsten dieser Umwandlungen in Oxalsäure ist aber die der Weinsäure. Es findet dabei kein Aufschwellen statt; das Gemenge schwärzt sich nicht, und, was vorzüglich beachtenswerth ist, es entwickelt sich eine so geringe Menge Wasserstoffgas, dafs man annehmen mufs, sie rührt von einer geringen Beimengung irgend

eines fremden Pflanzenstoffs her. Will man das Wasserstoffgas auffangen; so stellt man den Versuch in einer Retorte an, an welcher ein etwas langes Glasrohr befestigt ist, das man unter einer Schicht Wasser in etwas Quecksilber taucht, um eine Absorption zu vermeiden. Die Retorte kann man in ein Oel- oder Quecksilberbad erhitzen, und es ist dann leicht zu ersehen, dafs höchstens eine Temperatur von 200° C. zur Bildung von Oxalsäure erfordert wird.

Citronensäure und Schleimsäure liefern gleichfalls viele Oxalsäure; auch von Bernsteinsäure habe ich sie erhalten; allein Benzoësäure widersteht der Wirkung des Kali's und bleibt unverändert.

Essigsaures Kali, mit einem Ueberschufs von Kali erhitzt, geht in kohlensaures Kali über. Ich habe zwar ein wenig oxalsauren Kalk erhalten, als ich in die Lösung des Rückstandes, nach ihrer Uebersättigung mit Essigsäure, salpetersauren Kalk hinzusetzte; allein es ist sehr wahrscheinlich, dafs die Oxalsäure aus einem fremden Pflanzenstoff entstanden war.

Rübsenöl konnte, ungeachtet eines grofsen Ueberschusses von Kali, nicht in Flufs gebracht werden. Ich erhielt damit nur eine sehr geringe Menge Oxalsäure.

Unter den thierischen Stoffen gab die Seide, bei Behandlung mit Kali, Oxalsäure unter Entwicklung von Wasserstoffgas.

Harnsäure gab bei dieser Operation Ammoniak aus. Das Gemenge blieb sehr weifs. In Wasser gelöst und mit Salpetersäure gesättigt, entwickelte sich Cyanwasserstoffsäure und viele Kohlensäure; salpetersaurer Kalk brachte darauf in der Lösung einen reichlichen Niederschlag von oxalsaurem Kalk hervor. Gallerte gab ein ähnliches Resultat, aber mit Indigo konnte ich keine Oxalsäure wahrnehmen.

Kohlensaures Kali, statt des kaustischen Kali's genommen, gab mit Weinstein keine Oxalsäure. Kalk und

Stärkemehl geben sie ebenfalls nicht mehr; allein durch Natron kann man mit Vortheil das Kali ersetzen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dafs eine grofse Zahl von Pflanzen- und Thierstoffen, bei Behandlung mit kaustischem Kali oder Natron, sich in Oxalsäure verwandelt. Es ist zu bemerken, dafs die Bildung dieser Säure der der Kohlensäure vorhergeht, und genau unter denselben Umständen, wo Schwefel und Kali z. B. unterschweflige Säure und Schwefelsäure hervorbringen. So giebt ein Pflanzenstoff, bei mäfsiger Erhitzung mit Kali, Oxalsäure, bei stärkerer aber Kohlensäure.

Da sehr verschiedenartige organische Substanzen Oxalsäure hervorbringen, so müssen sich nothwendig auch andere Producte bilden. Viele Pflanzenstoffe geben, entweder von ihren Bestandtheilen oder von Wasser herrührend, Wasserstoffgas, und endlich Kohlensäure. Thierstoffe geben aufser diesen beiden Producten noch Ammoniak und Cyan. Ueberdiefs kann sich, bei Thierstoffen, wie bei Pflanzenstoffen, Wasser bilden. Diese verschiedenen Producte, oder auch blofs einige von ihnen, reichen hin, um im Allgemeinen die Bildung der Oxalsäure zu erklären; es scheint jedoch, als müsse man, in gewissen besondern Fällen, noch andere Producte erhalten. Denn da die Weinsäure fast kein Wasserstoffgas giebt, so läfst sich nach ihrer Zusammensetzung:

$2\frac{1}{2}$ Proport. Wasserstoff
4 - - Kohlenstoff
5 - - Sauerstoff

und nach den genannten möglichen Producten die Umwandlung derselben in Oxalsäure nicht erklären.

In der That bleibt die Masse während der Operation weifs und verkohlt sich nicht. Wenn aller Kohlenstoff zur Bildung von Oxalsäure verwandt würde, erforderte er sechs Proportionen Sauerstoff, und folglich müfste Wasser zersetzt werden, um ihm die eine, noch fehlende, zu liefern. Bildete sich dagegen nur so viel Oxal-

säure, als dem in der Weinsäure enthaltenen Sauerstoff entspricht, so blieben zwei Drittel-Proportionen Kohlenstoff übrig, die mit dem Wasserstoff eine besondere Verbindung bilden könnten, und für eine Proportion Weinsäure würde man $1\frac{2}{3}$ Proport. Oxalsäure erhalten. Statt dieser letzten Zahl habe ich in der That zum wenigstens $1\frac{1}{3}$ bekommen; allein ich habe noch kein wasserstoffhaltiges Product entdecken können. Endlich wäre es möglich, dafs sich aus dem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff eine eigenthümliche Säure gebildet hätte. Dieser Gegenstand erfordert, wie man sieht, neue Untersuchungen, und ich würde diese auch schon unternommen haben, wenn mich nicht dringende Geschäfte zur Zeit der Ferien daran verhindert hätten; indefs denke ich sie in Kurzem vornehmen zu können.

Schliefslich will ich noch zur Verwandlung des Weinsteins in oxalsaures Kali ein sehr elegantes Verfahren angeben. Es besteht darin, dafs man rohen Weinstein und eine zweckmäfsige Menge Kali oder Natron in Wasser löst, und die Lösung mit Hülfe einer Pumpe in einem ununterbrochenen Strom durch ein bis 200 oder 225° C. erhitztes dickes Rohr von Bronze, Schmied- oder Gufseisen leitet. Der Druck wird, weil sich kein Gas entwickelt, nicht mehr als 25 Atmosphären betragen. Ein Ventil gegenüber dem Ende, zu welchem die Auflösung eintritt, wird so stark belastet, als zur Erhaltung dieses Druckes nöthig ist. Ich habe diefs Verfahren, welches sich auch auf andere Substanzen anwenden läfst, noch nicht versucht; allein ich sehe nicht, dafs sich etwas seinem Erfolg widersetzen könne. Zufolge einiger Versuche, die ich gemacht habe, ist weniger als eine Proportion Kali auf eine Proportion neutralen weinsauren Kali's erforderlich.

XV. *Von der gleichzeitigen Einwirkung des Sauerstoffgases und der Alkalien auf eine große Zahl von organischen Substanzen; von Hrn. Chevreul.*

(*Bulletin des scienc. math. T. XI. p.* 233.) *)

Hr. Chevreul zeigt in dieser Abhandlung durch unwiderlegliche Thatsachen, daſs die organischen Substanzen durch die Alkalien sehr bedeutend verändert werden, wenn dabei der Sauerstoff mitwirkt, während sie ohne die Gegenwart des letzteren viel weniger veränderlich sind, als man gewöhnlich glaubt.

Die Versuche wurden in einer Glocke angestellt, die $0^{m},01$ im Durchmesser hielt und in Cubikmillim. getheilt war. Man füllte sie bis auf 1 oder $\frac{1}{2}$ Cubikcentimeter mit Quecksilber, that die organische Substanz hinein, füllte sie nun vollends mit siedendem Wasser, verschloſs sie mit einem Stöpsel und kehrte sie über Quecksilber um. Dann wurde die, zuvor ausgekochte, alkalische Flüssigkeit, und zuletzt das Sauerstoffgas hineingebracht. Kali und Natron waren durch Baryt kaustisch gemacht.

Eine orangegelbe Lösung von Hämatine gab mit Kali eine blaue Verbindung, die sich 6 Monate lang unverändert hielt. Bei Berührung mit Sauerstoff veränderte sich die

*) Die ausführliche Abhandlung, von der das Folgende nur ein Auszug ist, findet sich in den *Mém. des Mus. d'hist. nat.* 6 *ann. p.* 367. — Nach einer Anzeige, die vor einigen Jahren (im November 1826) in den *Ann. de chim. et de phys.* erschien, sollen die HH. Chevreul und Gay-Lussac die interessante Entdeckung gemacht haben, daſs bei Behandlung thierischer Stoffe mit Alkalien, eigenthümliche stickstoffhaltige Säuren entstehen; leider ist aber auſser dieser Anzeige bis jetzt Nichts hierüber bekannt gemacht.

die blaue Farbe augenblicklich und die Flüssigkeit wurde röthlich. Die Hämatine war zersetzt.

Bei Behandlung der Substanz mit Chlorwasserstoffsäure entwickelte sich Kohlensäure. Der Sauerstoff wird mit grofser Kraft von einer solchen Lösung der Hämatine angezogen; 0,1 (Grm. ?) Kampecheholzextract in 2 Cubikcentim. Kaliwasser gelöst, liefsen von 25 Cubikcentim. atmosphärischer Luft nach 12 Minuten nur reines Stickgas übrig.

Kaliwasser giebt mit Brasilienholz eine purpurfarbene Verbindung, die sich Jahre lang unverändert hält. In Berührung mit Sauerstoff wird sie braunroth, und zersetzt.

Cochenille giebt mit Kaliwasser eine Verbindung von brauner Purpurfarbe, die sich länger als ein Jahr ohne Veränderung hält; durch die Berührung mit Sauerstoff geht sie in Gelb über, und der Carmin wird zersetzt.

Die Farbe der Veilchen giebt mit Kali eine grüne Flüssigkeit; der Einflufs des Sauerstoffs verwandelt sie in die Farbe des abfallenden Laubes.

Der Verfasser hatte früher gezeigt, dafs die Galläpfelsäure krystallisirte Verbindungen mit Kali, Natron, Baryt, Strontian und Kalk bilden könne, sobald die Luft ausgeschlossen sey; unter dem Einflufs des Sauerstoffs aber wird die Säure zersetzt.

Hr. Chevreul hält es für wahrscheinlich, dafs, wenn Galläpfelsäure auf Eisenoxyd wirkt, letzteres auf das Oxydul oder auf das Metall zurückgeführt werde, und dafs die Dinte aus entwasserstoffter Gallussäure und Eisenoxydul oder Eisen bestehe.

Der Farbestoff der Ochsengalle wird, beim Zutritt der Luft, ebenfalls von den Alkalien zersetzt; gleiches gilt vom Farbestoff des Bluts.

Ein schwach gelbes empyreumatisches Oel, mit Kalilauge gemischt, absorbirt schnell Sauerstoff und wird braun.

Hr. Braconnot hat angegeben, dafs gleiche Theile

Holzspähne und Kali beim Rothglühen Ulmine liefern; Hr. Chevreul hat sich überzeugt, dafs diefs nur in Berührung mit Sauerstoff geschieht. Zucker und Stärkemehl verhalten sich eben so.

XVI. *Ueber Gewinnung des Phosphors.*

Nach einer Angabe von Berthier kann man durch Zusammenschmelzen von gebrannten Knochen, Kieselerde, Kupfer und Kohle, Phosphorkupfer erhalten. Bei dieser Operation, durch die man bei einem guten Feuer recht schönes Phosphorkupfer bekommt, bemerkte ich, dafs aus einer kleinen Oeffnung des im Uebrigen verschlossenen Tiegels lange Zeit eine ziemlich starke, leuchtende Flamme brannte, die hier nur von verbrennendem Phosphor entstehen konnte, und diefs veranlafste mich zu versuchen, ob sich nicht durch die Bildung eines Kalksilicats aus einem Gemenge von Knochen, Kieselerde und Kohle direct Phosphor gewinnen lasse. Zu diesem Endzweck wurde das Pulver von schwarz gebrannten Knochen (Beinschwarz) mit etwa dem halben Gewichte feinem Sande und noch etwas Kohlenpulver gemengt, und in einer thönernen Retorte mit angeklebtem Vorstofs, der in ein Gefäfs mit Wasser mündete, in einem Zugofen nach und nach bis zu starker Weifsgluth erhitzt. Das sich in Menge entwickelnde Kohlenoxydgas fing bald an sich von selbst zu entzünden und verbrannte mit glänzender Phosphorflamme. Nach Unterbrechung des Versuchs fand sich in dem Vorstofs gegen $\frac{1}{2}$ Drachme Phosphor. Die Masse in der Retorte war nicht geschmolzen und sah wie vorher aus; der Versuch war unterbrochen, ehe sie noch aufgehört hatte, Phosphor zu geben.

Vielleicht kann diese Methode bei Gewinnung des Phosphors im Grofsen Anwendung finden. Das Material

dazu kostet fast nichts, und statt der Retorten könnte man ähnliche thönerne Cylinder und ähnliche Oefen wie bei der Zink-Gewinnung benutzen. Auch brauchte man wahrscheinlich keine so hohe und anhaltende Temperatur, wenn man durch Zusatz irgend eines Flufsmittels bewirken könnte, dafs die Masse in dem Destillationsgefäfse leichter in Flufs geriethe, als es mit dem Kalksilicat für sich oder in Vermengung mit noch unzersetztem phosphorsauren Kalk der Fall ist.

Wöhler.

XVII. *Ueber die Benzoë;*
von Otto Unverdorben.

Die Benzoë ist ein Gemisch von mehreren Harzen, von Benzoësäure, ätherischem Oele, einer geringen Menge eines extractivstoffartigen Körpers und Unreinigkeiten.

Fein gepülvertes Benzoëharz wurde mit überschüssigem kohlensauren Natron ausgekocht; die filtrirte Lösung war braun, wurde durch Salzsäure sauer gemacht, und siedend filtrirt. Beim Erkalten setzte sich Benzoësäure ab, die zwar noch eine geringe Menge Harz enthielt, aber durch zweimaliges Lösen in siedendem Wasser von diesem Harze befreit wurde, und nun so rein war wie sublimirte; den Geruch, den sie noch in geringer Menge besafs, konnte man durch Abdampfen mit Kali und Niederschlagen mit Salzsäure entfernen. Sie war dann, geschmolzen, wasserklar, und sublimirte ohne Rückstand.

a) Das in kohlensaurem Natrum gelöste, durch Salzsäure gefällte Harz, welches auf den Filtern zurück geblieben war, wurde mit Wasser ausgekocht. Es löst sich schwer in kohlensaurem Kali und Natron, wenn es nicht fein zertheilt ist, dann aber

leicht. Es löst sich leicht in 60gradigem und stärkerem Alkohol, schwer im Aether und Kümmelöle, nicht im Steinöle. Es schlägt, in Alkohol gelöst, das essigsaure Kupferoxyd nicht nieder, aber wohl das essigsaure Blei, mit letzterem ein im Alkohol und Aether unlösliches Harzbleioxyd bildend. Es löst und verbindet sich nicht mit Ammoniak, und ist also ein Harz von der Gattung γ.

Dieses Harz löst sich leicht im Kali, und das entstandene Harzkali wird durch überschüssiges Kali als Hydrat gefällt, so auch durch kohlensaures Natron. Salzsaures Ammoniak fällt die Harzkalilösung, indem sich die Salzsäure mit dem Kali verbindet, und das Ammoniak das Harz nicht aufzulösen vermag.

Das Harzkali löste sich im absoluten Alkohol, nicht im Aether und Terpenthinöl. Die Harzkalilösung giebt mit essigsaurem Kupferoxyd einen grünen, nicht in der Siedhitze zusammenbackenden Niederschlag, welcher Harzkupferoxyd ist, und nicht im Aether oder Terpenthinöl löslich ist.

Es ist sonderbar, dafs, wenn im Wasser gelöstes Harzkali durch Säuren (Salzsäure und Schwefelsäure) zersetzt wird, immer eine geringe Menge Harz vom Wasser gelöst erhalten wird, die beim Einkochen sich abscheidet, und unverändertes Harz ist, das sich nicht in sauren Flüssigkeiten löst; es thun diefs sehr viele Harze, wenn sie aus der Kalilösung durch Säuren gefällt werden. Es sind also die Harze vielleicht nicht ganz unauflöslich im Wasser, nur ihr zäher Aggregat-Zustand und eine geringe Verwandtschaft zu demselben machen, dafs sie sich für sich im Wasser nicht lösen. Die Menge dieses im kohlensauren Natron löslichen Harzes ist gering, und beträgt wohl nur 3 Procent.

Das durch kohlensaures Natron zwei Mal ausgekochte Harz, wurde mit Aether ausgezogen, welcher über die Hälfte auflöste, und durch Verdampfung

b) ein hellbraunes Harz lieferte, das nicht im kohlen-

sauren Natron, nicht im wäfsrigen Ammoniak löslich war, und sich auch mit letzterem nicht verband. Die alkoholische Lösung des Harzes schlägt das essigsaure Kupferoxyd nicht nieder. Es ist also ein Harz von der Gattung γ. Es besitzt noch eine Spur ätherischen Oels, wodurch es beim Sieden mit Wasser nach Perubalsam riecht. Es ist leicht in Alkohol und Kümmelöl löslich, nicht im Steinöle. Es löst sich leicht in Kali, und wird durch überschüssiges Kali nicht als Harzkali gefällt. Salzsaures Ammoniak zersetzt, wie bei dem vorigen, das wäfsrige Harzkali; salzsaurer Baryt und Kalk geben im Wasser unlösliche, auch in der Siedhitze pulvrige Niederschläge, die nicht im Aether und Alkohol löslich sind. Kupfer- und Quecksilbersalze geben mit dem Harzkali gelbbräunliche Niederschläge, die im Aether nicht löslich sind, und Harzmetalloxyde sind. Salzsaures Eisenoxyd giebt einen dunkelbraunen, pulvrigen Niederschlag. Alkoholisches essigsaures Bleioxyd wird durch das alkoholische Harz gelblich, pulvrig, als Harzbleioxyd gefällt. Das käufliche Benzoëharz schlägt, in Alkohol gelöst, das alkoholische essigsaure Bleioxyd nicht nieder, wahrscheinlich wegen seiner Benzoësäure.

Das im Aether unlösliche Harz war:

c) ein im Alkohol lösliches Harz, vermengt mit mechanischen Unreinigkeiten, Holz und andern; es ist nicht im Aether und ätherischen Oelen löslich; es löst sich nicht im Ammoniak und kohlensauren Natron, ist also auch ein Harz von der Gattung γ.

Es schlägt, in Alkohol gelöst, das essigsaure Kupferoxyd nicht nieder, wohl aber das essigsaure Blei; es löst sich leicht im Kali, und wird durch viel überschüssiges Kali gefällt. Salmiak fällt das Harz aus dem Harzkali. Dieses Harz ist bräunlich.

Die Harze von *b* und *c* feucht an die Luft gestellt,

in dem fein zertheilten Zustande, wie man sie aus der Kalilösung durch Salmiak gefällt erhält, werden rothbraun, und verwandeln sich in das Harz von *a*; sie sind nun im kohlensauren Natron löslich.

Für sich destillirt, geben die beiden letzten Harze von *b* und *c*, wenn sie in einer ganz kleinen Retorte gelinde destillirt werden:

1) ätherisches Oel, das nach erhitzter Benzoë riecht, doch zugleich einen Nebengeruch nach dem ätherischen Oele des destillirten Holzes hat, sich wie andere ätherische Oele entzündet und brennt, mit Salpetersäure ein gelbbraunes Harz bildend, das sich dunkel gelbbraun in Kali löst; an der Luft verwandelt es sich in ein Gemisch von Benzoësäure, braunem Harz, viel Guajakbrandsäure und ätherischem Oel.
2) Schwer flüchtiges, wenig riechendes, ätherisches Oel.
3) Guajakbrandsäure, nicht unbedeutende Menge.
4) In Kali unlösliches braunes Harz.
5) In Kali lösliches braunes Harz, das, für sich destillirt, ein ätherisches Oel giebt, das nicht nach Benzoë riecht, mehr nach dem ätherischen Oele des destillirten Holzes.

Das letztere bildet mit Kalk eine wohl in 100 Th. Wasser lösliche Verbindung, mit den andern Metalloxyden unlösliche braune Pulver.

Diese Harze zersetzen sich also völlig in der Hitze, und bilden andere Harze.

Schwefelsäure von 1,85 spec. Gew. löst die Harze von *b* und *c* leicht und mit schön rother Farbe auf; Wasser fällt daraus ein rothes Harz, das sich mit röthlichgelber Farbe in Kali und Alkohol löst, und dann im ersten Falle, durch Säuren niedergeschlagen, seine rothe Farbe nicht wieder erhält, auch im andern Falle wird die Farbe durch Abdampfen nicht wieder hergestellt. Es löst sich nicht im kohlensauren Natron, hält auch keine

Schwefelsäure, sondern wird bei der Destillation auf die Art zersetzt, dafs Kohle zurückbleibt und ein Destillat übergeht, bestehend aus:

1) ätherischem, dem Holzöl ähnlichen Oele; 2) vieler Colophonbrandsäure; 3) einer geringen Menge von der Tabacksbase der americanischen Tabackssorten; 4) aus einem in Kali und Alkohol löslichen, tief braunen Harze; 5) aus einem sehr lichten, wenig im Alkohol, leicht im Aether löslichen, indifferenten Harze.

XVIII. *Ueber die Zersetzung des Schwefelkohlenstoffs vermittelst Elektricität; von Hrn. Becquerel.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLII. p.* 76.)

Man schütte Schwefelkohlenstoff in eine Röhre, giefse eine Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd, die ein geringeres specifisches Gewicht hat, darauf, und stecke durch beide Flüssigkeiten einen Streifen Kupfer. Das Ganze bildet eine Volta'sche Kette.

Der Schwefelkohlenstoff wird zersetzt, gleichwie ein Theil des Kupfersalzes. Es bildet sich auf dem Kupferstreifen eine grofse Menge Krystalle von Kupferoxydul, und an den Wänden der Röhre setzt sich Kohle ab, in sehr dünnen Blättchen von metallischem Ansehen.

XIX. *Extrait du Programme de la Société Hollandoise des Sciences à Harlem, pour l'année* 1829.

(Eingesandt von dem Secretair der Gesellschaft, Hr. v. Marum.)

La Société a tenu sa 76me Séance annuelle le 23 Mai. Elle a couronné par la medaille d'or de la valeur de 150 florins.

1) La réponse à une question concernant les causes, qui ont contribué le plus à la maladie de 1826, en *Frise, Groningue* et autres endroits, par J. J. Pennink, *Docteur en Medecine*, à *Twello*.

2) La réponse à une question sur les caractères distinctifs de cette maladie de 1826, comparés avec ceux des maladies précédentes, par S. J. Galama, *Docteur en Medecine*, sur l'Isle de *Texel*.

3) La réponse à une question sur la théorie de Decandolle concernant les propriétés médicales des plantes, comparées avec leurs formes extérieures et leur classification naturelle, par Eugène Souberan, à *Paris*.

4) La réponse à une question sur l'effet et l'utilité des Bains de Mer, par J. F. d'Aumerie, *Medecin de l'Institut des Bains de Mer, à Scheveningue.* Elle a encore adjugé une medaille d'argent à l'auteur de la réponse sur le même sujet, ayant pour dévise: *Hoc breve opusculum* etc., qui est invité de se nommer.

La Société a jugé à propos de répéter les questions suivantes pour y répondre.

Avant le premier Janvier 1831.

»Qu'est-ce que l'on sait actuellement à l'égard de »l'origine de ces matières vertes et autres, qui se produi-

»sent dans les eaux stagnantes, ou à la surface de celles-ci »et d'autres corps? Doit-on, d'après des observations »bien décisives, considérer ces matières comme des pro»ductions végétales ou comme des végétaux d'une structure »plus simple? Doit-on les rapporter à la même espèce, »ou peut-on en indiquer la différence par des caractères »spécifiques? Quelles sont les observations, qui restent »encore à faire, surtout par le moyen d'instrumens mi»croscopiques, pour perfectionner la connaissance de ces »êtres?«

On désire que ce sujet soit éclairci par des observations reitérées, et que les objets observés soient décrits et figurés exactement.

Voyez F. P. Schranck, *über die Priestley'sche grüne Materie. Denkschriften der Academie zu München*, 1811, 1813. — Hornschuch, *über die Entstehung und Metamorphosen der niederen vegetabilischen Organismen. Nova acta physico-medica acad. natur. curios. Tom. X. p.* 513. P. J. F. Turpin, *Organographie. Mémoires du muséum d'histoire naturelle, Tom. XIV. p.* 15. Treviranus, *sur le mouvement de la matière verte. Annales des sciences naturelles, Janv.* 1827.

Les arbres *conifères* différant considérablement des autres arbres, tant dans leur structure et dans la manière de croître, que dans les matières propres qu'ils renferment et dans d'autres propriétés, on désire: »Une com»paraison exacte de la structure des arbres conifères avec »celle des autres arbres, et que par des recherches ulté»rieures on tâche à démontrer, jusqu'à quel point cette »différence de structure puisse servir, soit à expliquer »les autres propriétés des arbres conifères, soit à en dé»duire des préceptes utiles à la culture de ces arbres?«

»La cendre de tourbe de quelle manière augmente»t-elle la fertilité de quelques terres, tandisqu'on sait »qu'elle ne contient que très-peu de ces principes, qui »peuvent principalement servir d'alimens aux plantes? De »quelles qualités sont ces terres, dont on sait par l'ex»périènce, que leur fertilité peut être augmentée par la »cendre de tourbe? Pour quelles terres est-elle nui-

»sible? Quelles indications utiles peut-on déduire de ce »qu'on dira en réponse sur les deux premières parties »de la question?«

»Quelle est l'origine des blocs de roches Granitiques »et autres primitives, que l'on trouve de différentes di- »mensions et en très-grande abondance disséminés dans »les plaines et dans quelques terrains sablonneux du »Royaume de Pays-Bas et de l'Allemagne septentrio- »nale? Est-il possible de s'assurer par une comparaison »exacte de ces blocs de granit et des cailloux des ter- »rains sablonneux avec les parties composantes des for- »mations géologiques, observées en place, que les pre- »miers faisaient auparavant partie des dernières; et com- »ment peut-on, dans le cas affirmatif, rendre raison de »leur transport vers nos plaines et vers celles de l'Alle- »magne septentrionale?«

La Société désire, que l'on indique autant que possible, quels sont les différens endroits, où ces blocs ont été observés, et de quelle manière ils se trouvent dispersés; que l'on décrive exactement leur nature et leur composition minéralogique, qu'on la compare avec les parties intégrantes d'autres formations, et qu'enfin l'on pèse scrupuleusement les conséquences, qui avec plus ou moins de probabilité peuvent être déduites de tout cela.

La Société a proposé, cette année, les huit questions suivantes, pour y répondre.

Avant le premier Janvier 1831.

I. La découverte importante des substances métalloïdes, contenues dans les alcalis, ayant successivement donné lieu à reconnaître de semblables principes dans les différentes espèces de terres; et ces principes paraissant même faire partie de quelques substances composées, généralement utiles, tels que le *Silicium* et *l'Aluminium* de l'acier indien, nommé *Woots*; la Société demande: »quelle est la meilleure manière de séparer le principe »métallique des terres les plus répandues, et quel usage »peut-on en faire?«

II. »Quelles sont actuellement les différentes ma-
» nières de rafiner le sucre? Jusqu'à quel point peut-on
» expliquer par la chemie ce qui à lieu dans ces différens
» procédés? Peut-on déduire de la connoissance chimi-
» que actuellement acquise ou étendue, quelle manière de
» rafiner le sucre soit la meilleure et la plus profitable?
» On désire aussi la déscription et l'examen des différen-
» tes pratiques qu'on a employées, pour accélérer l'ébul-
» lition du syrop de sucre à peu de frais, sans qu'il s'at-
» tache à la chaudière?«

III. »Quelle est la composition des pyrophores?
» Quelle est la véritable cause de la combustion subite
» et spontanée, qui a lieu, lorsque ces matières sont ex-
» posées à l'air? La solution de cette question étant don-
» née, peut-elle conduire à expliquer, pourquoi quelques
» autres substances prennent feu d'elles mêmes et sans
» quelles soient allumées? Peut-on en déduire des règles
» pour prévenir ces combustions spontanées?«

IV. L'analyse chimique de *l'Ipecacuanha* ayant prouvé, que l'action vomitive de cette racine réside dans un principe particulier, nommé *Emetine;* et de ce même principe ayant été découvert une moindre quantité dans les racines de quelques autres plantes, qu'on vend pour le véritable *Ipecacuanha* et qu'on n'en distingue que très difficilement, ce qui cause quelquefois d'incertitude sur la dose de ce remède, qu'on doit préscire, et comme pour cette raison il pourroit être préférable qu'on employoit dans la médecinè *l'Emetine* purifiée, au lieu de la racine de *l'Ipecacuanha,* la Société propose la question suivante: »Quelle est la manière la plus sure, la plus
»facile et la plus profitable de préparer *l'Emetine* soit
»d'autres végétaux, qui renferment ce même principe?
»Quels sont les caractères par lesquels on reconnait la
»pureté de ce principe? Quel est le rapport de l'action
»vomitive de *l'Emetine* à celle du véritable *Ipecacuanha*?
»Quelle est la manière la plus sure d'administrer *l'Emetine*?

V. L'Ivraie (*Lolium temulentum*) étant la seule plante, qui, de toutes les graminées, par sa qualité nuisible, parait faire exception à l'uniformité et à l'analogie générale des propriétés, par lesquelles la classe des graminées est caractérisée, on demande: »En quoi consiste »la qualité malfaisante de l'ivraie? Est-elle constante et »inséparable de la nature de ce végetal, ou bien n'est- »elle qu'accidentelle ou produite par quelque circonstance »particulière? Peut-on, dans ce dernier cas, prévenir »la cause de cette propriété nuisible?«

VI. »Comme les observations et les expériences, »par lesquelles Mr. Dutrochet croit avoir découvert »la véritable cause du mouvement des liquides dans les »végétaux et dans les animaux *), ont encore paru insuf- »fisantes pour prouver la théorie de ce physicien, on »désire, que par de nouvelles recherches, on tâche soit »à constater la théorie de M. Dutrochet et à démon- »trer que l'électricité est la cause principale du mouve- »ment des liquides dans les corps vivants, soit à exposer »ce qui est encore douteux et moins fondé à l'égard de »cette théorie.«

*) Dutrochet, *Agent immediat du mouvement vital devoilé dans sa nature, et dans son mode d'action, chez les végétaux et des animaux*, 8. *Paris* 1828.

VII. Les observations de Mr. Turpin touchant l'organisation des végétaux *) paraissant conduire à mieux connaître la nature des plantes, et au perfectionnement de la culture de végétaux utiles, la Société désire »un »mémoire, dans lequel les découvertes de M. Turpin »seront exposées avec clarté, et dans lequel, après un »examen réitéré, sera demontré ce qu'on doit regarder »comme suffisamment prouvé, ainsi ce qui demande être »confirmé par des recherches ultérieures? Enfin quelles »sont les applications utiles, auxquelles pourra donner »lieu le résulat de ces recherches?«

*) P. J. F. Turpin, *Organographie végétale, mémoires du muséum d'hist. nat. Tom. XIV., XV., XVI.*

VIII. Comme les expériences d'Arago ont fait voir, que quelques corps, quand ils sont en mouvement rapide, exercent une influence très-remarquable sur l'aimant, la Société désire »une description exacte de tous les phé»nomènes qui accompagnent cette action et une explica»tion de ces phénomènes fondée sur des expériences?«

Vu que l'analyse chimique des végétaux a fait connoître un grand nombre de substances végétales ou principes immédiats des plantes, nombre, qui apparemment se trouvera augmenté de plus en plus; et comme les chimistes différent dans leurs opinions à l'égard de la nature de ces substances, nouvellement découvertes, que quelques-uns ne croient être que des modifications des substances, antérieurement connues, tandis que d'autres les prennent pour autant de substances différentes, la Société desire: »Une exposition exacte, fondée sur des caractères posi»tifs, des substances végétales connues, ainsi que l'indi»cation de l'usage qu'on peut faire de ces substances nou»velles, ou des plantes, qui les renferment?«

»Est-ce que le *tannin* ainsi dit, qu'on tire de diffé»rentes plantes, est un principe reel et propre à ces plan»tes, ou est-ce qu'on a donné ce nom à différentes sub»stances tirées de plantes, qui ont la propriété commune »d'être *astringentes* et de pouvoir servir à tanner le cuir? »Par quel moyen peut-on tirer ces substances les plus »pures de différentes plantes, et par quels moyens peut»on connoître, qu'elles ne sont pas mêlées, et ne différent »point entre elles? Quelle est la manière la plus sûre »et la plus prompte de produire des substances propres »à tanner en traitant des charbons de terre, ou l'Indigo »ou d'autres substances végétales par des acides, et en »quoi différe ce tannin artificiel du tannin naturel? Ne »seroient-ils pas les tous les deux des substances sem»blables? En cas qu'on parvienne, par des recherches »nouvelles, à une connaissance plus parfaite des diffé»rentes substances à tanner, de quelle utilité pourra-t-elle

»être alors, tant pour les différens trafics et manufactu-
»res, que pour l'usage qu'on en fait dans la médecine?»

»Jusqu'à quel point connoit-on la nature et les cau-
»ses de la putréfaction des substances animales et végé-
»tales, et les moyens qui sont les plus propres à pré-
»venir la putréfaction dans des différentes circonstances,
»et pour des buts différens?»

On désire de voir l'état actuel de la science sur ce sujet clairement et distinctement exposé.

»Quels sont, en général, les avantages et les éclair-
»cissemens, que, depuis le tems de Haller, la physio-
»logie ou l'histoire physique de l'homme a retirés de la
»zoologie et de l'anatomie comparée? Quels sont, en
»particulier, les organes du corps humain mieux connus
»depuis ce temps-là, et quelles en sont les fonctions, à
»l'égard desquelles la zoologie et l'anatomie comparée
»ont repandu de nouvelles lumières?«

Un vernis vitreux, composé de silice et de potasse, étant récommandé et employé nouvellement comme moyen préservatif des bois et d'autres objets inflammables en cas d'incendie, et contre l'action nuisible de l'air et de l'humidité, la Société propose: »Qu'on démontre par des
»expériences exactes, si, dans les Pays-Bas, ce préser-
»vatif peut également être employé avec succés dans les
»cas indiqués, et quelle en est la meilleure préparation,
»afin qu'on obtienne toujours un vernis durable et satis-
»faisant à l'effet proposé?«

Les expériences de Humphry Davy ayant prouvé l'influence, que la différence du sol, du climat et de la saison peut opérer sur la quantité relative des principes immediats des graines céréales, particulièrement du froment, de sorte que, p. e. le froment d'hyver contienne un plus grande quantité d'amidon ou de fécule amilacée, tandisque le gluten se trouve augmenté dans le froment d'été, et que le même principe soit encore plus abondant dans le froment de l'Amérique septentrionale, que

dans celui cultivé en Angleterre; et vu qu'il serait important de savoir jusqu'à quel point les circonstances indiquées peuvent influer sur la nature du froment, cultivé dans les Pays-Bas, la Société desire: »qu'on démontre, »quelles sont les différences, que les circonstances, indi»quées ci-dessus, peuvent produire dans le froment cul»tivé dans ce pays? en quoi celle-ci différe du froment »cultivé en d'autres pays? quelles sont, en vertu de ces »recherches, les meilleures espèces de froment destiné à »différens usages? et quelles instructions en peut-on dé»duire pour la culture de ces grains?«

»Quelles sont les matières colorantes végétales con»nues comme principes particuliers? Quelles sont leur »nature et leurs propriétés? Avec quels principes sont»ils combinés? Quelle est la manière la plus propre à »les isoler? Par quels moyens sont-ils le plus alterés, »élévés, enfoncés et décolorés? Et quelle utilité et quel »avantage profluent de cette connaissance pour les tein»tureries et autres fabriques?«

L'examen chimique des substances animales et végétales ne devant plus se borner à en extraire les principes immédiats de ces substances, comme c'étoit le cas il y a peu d'années, puisqu'on a déjà pu examiner, suivant la methode d'analyse chimique inventée par Thénard, Gay-Lussac et Berzelius, dans quelle proportion les principes simples se trouvent réunis dans ces substances, on désire »un mémoire dans le quel sera exposé »1) Quelle méthode d'analyser les susdites substances dans »ses premiers principes est actuellement prouvée la meil»leure par des expériences réiterées de plusieurs chimi»stes? 2) De quelles substances organisées connoit-on »déjà avec certitude, par des expériences bien constatées, »la proportion de leurs premiers principes? 3) Quel »avantage cette nouvelle méthode d'analyser les substan»ces susdites pourroit elle procurer pour le progrès de la »science, ou qu'est ce qu'on en pourra attendre à l'avenir?«

Mr. Thénard ayant trouvé le moyen de combiner l'eau avec des grandes quantités d'oxygène, et le liquide, qu'on a obtenu, possèdant des propriétés très-particulières, qui sont encore en grande partie inexplicables, on désire »un mémoire, dans le quel, après un examen ré-»itéré et soigneux, les propriétés de ce liquide soient ju-»stement décrites, et qu'on en donne une explication prou-»vée par des expériences, [et dans le quel on examine »ensuite, à quelles applications utiles ce liquide pourroit-»elle probablement être employé, soit dans la médecine »ou à quels autres buts?«

Comme plusieurs espèces de Mollusques, sortout ceux, qui se trouvent dans la mer, sont fréquemment employés chez différentes nations, et comme, suivant les rélations qu'on en trouve, on en prépare des nourritures saines et même délicieuces, tandisque des mollusques, qui habitent la mer voisine de nos côtes, on n'a fait usage que des huitres, des moules et des limaçons de mer, on demande: »Quels autres mollusques, qui ne se trouvent »pas très eloignés de nos côtes, peut-on estimer avec »raison être bons à la nourriture, et de quelle manière »peut-on essayer, s'ils pourroient servir à une nourri-»ture aussi saine qu'agréable?«

»Qu'est-ce que l'expérience a appris jusqu'ici concer-»nant l'utilité ou le mal, que l'application des grandes »quantités de sangsues a effectué dans plusieurs maladies. »Est-ce que la théorie, que plusieurs médecins celèbres »ont inventée et défendue à cet égard, est bien fondée »sur des expériences physiologiques et pathologiques, ou »est-ce qu'on a adopté, dans cette théorie, des hypo-»thèses peu fondées? Dans quelles maladies s'est-on servi »de sangsues avec le plus de succès? Dans quels cas »au contraire en a-t-on vu plus de mal que de bien?«

(Schlufs im nächsten Hefte.)

ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, ZEHNTES STÜCK.

I. *Theorie der Zungenpfeifen;*
von Wilhelm Weber.

Es ist aus Huyghens's Untersuchung des Pendels bekannt, daſs die kleinen Schwingungen des Pendels als isochron betrachtet werden können, weil die *Beschleunigung* des Pendels in seiner Bahn seiner *Entfernung* vom Mittelpunkte der Bahn proportional ist. Die verschiedene Dauer der Schwingungen verschieden langer Pendel hängt von der ungleichen *Beschleunigung* ab, die sie bei *gleicher Entfernung* vom Mittelpunkte ihrer Bahn erhalten, und Pendel, die *synchronisch* schwingen sollen, müssen in *gleicher Enfernung* vom Mittelpunkte ihrer Bahn *gleiche Beschleunigung* erhalten. Diese bekannten Sätze gelten für die Pendel, so wie für alle pendelartigen Schwingungen.

Wenn daher in allen Punkten *eines* Körpers oder eines *Systems* von Körpern eine pendelartige synchronische Schwingung bestehen soll, so müssen alle Punkte in *gleicher Entfernung* vom Mittelpunkte ihrer Bahn *gleiche Beschleunigung* erhalten.

Ist die Beschleunigung gleich, welche alle Punkte gleich weit vom Mittelpunkte ihrer Bahn erhalten, so müssen, bei gleichen Massen, auch die sie *beschleunigen-*

den Kräfte gleich seyn. Diese Kräfte, durch welche alle Punkte in ihrer Bahn beschleunigt werden, können nach Verschiedenheit der Umstände folgende seyn:

die eigene Schwerkraft und elastische Kraft der Körper;

die Kräfte, welche auf die Körper von aufsen, durch Druck auf ihre Oberfläche, wirken;

die Kräfte, welche die Körper wechselseitig auf einander ausüben und von einander erleiden.

Haben wir zwei Körper, deren sämmtliche Theile durch innere elastische Kräfte und durch Wechselwirkung beider Körper pendelartig und synchronisch schwingen, so sind entweder beide Körper von einer solchen Beschaffenheit, dafs jeder, schon für sich allein, eine pendelartige Schwingung, wenn gleich in einem andern Takte, als unter dem Einflusse des andern Körpers, machen würde; — oder es sind beide Körper von einer solchen Beschaffenheit, dafs *nicht* jeder Körper für sich allein eine pendelartige Schwingung machen kann, weil in der Lage seiner Theile nicht alle zur Fortdauer einer pendelartigen Schwingung unerläfslichen Bedingungen erfüllt sind. Wir wollen uns jetzt darauf beschränken, eine synchronische Schwingung der letztern Art zu untersuchen, wo zwei Körper *zusammen* pendelartig schwingen, die *einzeln* nicht pendelartig schwingen würden, oder von denen wenigstens nicht *jeder* für sich allein pendelartig schwingen würde. Ich kenne zwei Beispiele von dieser letztern Art der synchronischen Schwingung, und will sie ausführlich aus einander setzen und vergleichen, von denen das *erstere* schon länger bekannt gewesen, und nach Bernoulli und Euler sehr einfachen Gesetzen unterworfen ist; von denen das *letztere* aber in der Zungenpfeife, zwischen deren elastischer Platte und Luftsäule stattfindet. Von diesem letztern habe ich (dies. Annal. 1829, 6. und 7. Stück) aus einander gesetzt, wie brauchbar und nützlich eine theoretische Untersuchung derselben seyn würde.

Hängen wir zwei Bleikugeln an zwei Fäden von verschiedener Länge, und zwar an zwei festen Punkten auf, und verbinden beide Kugeln durch einen Querfaden, so können beide Kugeln gemeinschaftlich schwingen. Schneidet man den Querfaden durch, so schwingt auch jede Kugel einzeln, die eine etwas schneller, die andere etwas langsamer, als da sie verbunden waren.

Hängen wir nur eine Bleikugel durch ihren Faden an einen festen Punkt auf, und knüpfen an die *bewegliche* Kugel, die dieser Faden trägt, den obern Endpunkt des andern Fadens an, so können in gewissen Fällen beide Kugeln auch pendelartig schwingen, und jede Schwingung gleichzeitig beginnen und endigen, wie Daniel Bernoulli und Euler bewiesen haben *). Schneidet man den Faden der untern Kugel von der obern ab, so schwingt die obere Kugel für sich allein in einem von der Länge ihres Fadens abhängigen Takte. Bei der untern, ihrer Aufhängung beraubten, Kugel kann aber, so lange sie nicht auf eine andere Art aufgehängt wird, von einer pendelartigen Schwingung nicht die Rede seyn.

Die *Platte* und *Luftsäule*, welche in der Zungenpfeife zusammen schwingen, sind nicht mit zwei Pendeln zu vergleichen, die beide, neben einander aufgehangen, durch einen Querfaden verbunden sind, und die, wenn der Querfaden durchschnitten wird, einzeln zu schwingen fortfahren, sondern mit zwei Pendeln unter einander und an einander aufgehangen sind, dafs nur das eine Pendel befestigt ist, und an seiner beweglichen Kugel das andern Pendel *trägt*.

Die *Platte* der Zungenpfeife kann, auch wenn ihre Luftsäule abgeschnitten und von ihr getrennt wird, pendelartig fortschwingen, wenn gleich nach einem andern Takte, als unter dem Einflusse jener Luftsäule; denn die Platte erfüllt alle Bedingungen zur Fortdauer einer pen-

*) *Commentar. Petrop. Tom. VI. p.* 108. *Acta Petrop. pro anno* 1779, *pars prior*, *p.* 89.

delartigen Schwingung, sie besitzt eine ihr eigenthümliche elastische Kraft, und das eine Ende derselben ist fixirt, während das andere frei schwingt. Die Schwingungsgesetze solcher elastischer, an einem Ende fixirter, am andern Ende freier, elastischer Platten findet man von Euler in den *Actis Petropolitanis*, 1779, *pars prior. p.* 134—139., aus einader gesetzt.

So wie die *obere* Kugel eines aus zwei unter einander aufgehängten Bleikugeln zusammengesetzten Doppelpendels, wenn man den an ihr befestigten Faden der *untern* Kugel abschneidet, für sich allein nach den bekannten Schwingungsgesetzen einfacher Pendel schwingt; so schwingt die *Platte* der Zungenpfeife, wenn man die mit ihr verbundene *Luftsäule* abschneidet, nach den bekannten Schwingungsgesetzen einer elastischen, am einen Ende fixirten, am andern Ende freien Platte.

So lange die *Luftsäule* der Zungenpfeife an einem Ende von der Platte begrenzt ist, werden die an die Platte anschlagenden Luftwellen der Luftsäule von der Platte zurückgeworfen, zwar nicht wie von einer festen Wand, aber doch auf eine Weise, die sich mit einer pendelartigen Schwingung der Luftsäule verträgt. Wenn man die Platte vom Ende der Luftsäule wegnimmt, so könnte zwar die Luftsäule noch auf verschiedene andere Weisen begrenzt werden, — man könnte sie in einen ganz freien Luftraum münden lassen, oder mit einer festen Wand verschliefsen, wo sie in einem andern Takte zu schwingen fortfahren würde; gerade wie die untere Kugel unsers Doppelpendels, nachdem ihr Faden von der obern Kugel abgeschnitten worden ist, in einem andern Takte zu schwingen fortfahren würde, wenn man sie nach dem Abschneiden auf eine andere Weise aufhängen wollte.

So wie aber von einer Pendelschwingung der *untern* Kugel unsers Doppelpendels, nachdem ihr Faden von der obern Kugel getrennt worden ist, ehe ein Punkt

des Fadens auf eine andere Art befestigt wird, *nicht* die Rede seyn kann; so kann auch von einer pendelartigen Schwingung der *Luftsäule* der Zungenpfeife *nicht* gesprochen werden, so lange das der Platte beraubte Ende keiner andern, mit der Fortdauer einer pendelartigen Schwingung der Luftsäule vereinbaren, Bedingung unterworfen wird.

So wie Daniel Bernoulli und Euler die Bedingungen und Gesetze aufgefunden haben, unter und nach welchen die beiden Kugeln des Doppel-Pendels synchronisch schwingen, so will ich jetzt einen Versuch machen, etwas Aehnliches für eine andere synchronische Schwingung, für die Schwingung der Platte und Luftsäule einer Zungenpfeife, zu thun, und will dazu vor Allem die Idee angeben, welche mich bei dieser Theorie der Zungenpfeifen geleitet hat.

Ich habe von der Zungenpfeife und von dem Verhalten ihrer Bestandtheile, während sie tönt, folgende Vorstellung.

Die Platte und Luftsäule schwingen isochronisch und synchronisch, und zwar so, dafs die Schwingungen der Luftsäule in ihrer Fortdauer und gleichförmigen Wiederkehr weder durch die Platte selbst, noch durch die äufsere Luft beim Oeffnen der Zungenpfeife gestört werde.

Es ist mir gelungen, diese Vorstellung nicht allein unmittelbar durch die Erfahrung in jeder Hinsicht zu rechtfertigen, sondern auch eine Reihe von Folgerungen daraus zu ziehen, die ich hier als eine Theorie der Zungenpfeifen zusammen stelle.

Unmittelbar durch die Erfahrung habe ich nachgewiesen, dafs die Luftsäule sich wirklich in stehender Schwingung befinde, weil sie schwingende Abtheilungen und Schwingungsknoten bildet (dies. Ann. 1829, Bd. 92. S. 434.), und dafs sie mit der Platte stets synchronisch schwinge, weil die Länge ihrer schwingenden Abtheilun-

gen der Dicke der Schallwellen gleicht, die von der Platte ausgehen. (Dies. Ann. 1829, Bd. 92. S. 436.)

Nach dieser Bestätigung der meiner Theorie zu Grunde liegenden Annahme will ich, ehe ich zur Auseinandersetzung dieser Theorie selbst übergehe, in dieser Einleitung noch einige durch meine früheren Versuche mit Zungenpfeifen ausgemachte Thatsachen zusammenstellen, die sich besonders zu eignen scheinen, sogleich bei Begründung einer Theorie der Zungenpfeifen als Erkennungsmittel einer richtigen Theorie derselben angewendet zu werden. Die Erfahrung hat nämlich ergeben:

1) Dafs, wenn die die äufsere Fläche der Platte begrenzende Luft *dichter* ist, als die innere in der Röhre der Zungenpfeife befindliche, der Ton der Zungenpfeife dem Tone der isolirt schwingenden Platte zwar, bei verschiedenen Längen der Luftsäule, beliebig nahe kommen könne, aber nie *höher* sey (nach der in dies. Ann. Bd. 92. S. 205. mitgetheilten Tabelle von Versuchen) *).

2) Dafs, wenn die die äufsere Fläche der Platte begrenzende Luft *dünner* ist, als die innere in der Röhre der Zungenpfeife befindliche, der Ton der Zungenpfeife dem Tone der isolirt schwingenden Platte zwar bei verschiedenen Längen der Luftsäule beliebig nahe kommen könne, aber nie *tiefer* sey (nach der in dies. Ann. Bd. 92. S. 206. mitgetheilten Tabelle von Versuchen) **).

*) Man sieht, dafs die in der zweiten Columne der angeführten Tabelle angegebene Dauer einer Schwingung der Zungenpfeife bei allen Längen der in der ersten Columne angegebenen Luftsäulen *gröfser* war, als die Dauer einer Schwingung der Platte allein, der Ton der Zungenpfeife folglich, dem ausgesprochenen Satze gemäfs, nie *höher* als der Ton der isolirt schwingenden Platte.

**) Man sieht, dafs die in der zweiten Columne der angeführten Tabelle angegebene Dauer einer Schwingung der Zungenpfeife bei allen Längen der in der ersten Columne angegebenen Luftsäulen *kleiner* war, als die Dauer einer Schwingung der Platte allein, der Ton der Zungenpfeife folglich, dem ausgesprochenen

3) Daſs, wenn die die äuſsere Fläche der Platte begrenzende Luft *dichter* ist, als die innere in der Röhre der Zungenpfeife befindliche, die Luftsäule aus einer beliebigen Zahl *ganzer* schwingender Abtheilungen bestehe, *plus* einem Reste, der gröſser als *Null* und kleiner als eine *halbe* schwingende Abtheilung sey (nach der in dies. Annal. Bd. 92. S. 205. mitgetheilten Tabelle von Versuchen) *).

4) Daſs, wenn die die äuſsere Fläche der Platte begrenzende Luft *dünner* ist, als die innere in der Röhre der Zungenpfeife befindliche, die Luftsäule aus einer be-

Satze gemäſs, nie *tiefer* als der Ton der isolirt schwingenden Platte.

Zum Verständniſs dieser Tabelle und zur Vermeidung von Miſsverständnissen will ich bemerken, daſs ich für jede der vier letzten Luftsäulen für die Dauer einer Schwingung der Zungenpfeife zwei verschiedene Werthe in die zweite Columne der Tabelle gesetzt habe, weil die Zungenpfeife bei jeder der vier letzten Luftsäulen, nach Verschiedenheit des Anblasens, zwei verschiedene Töne gab.

*) Um diesen dritten Satz durch die in der angeführten Tabelle enthaltenen Versuche nachzuweisen, führe ich die Tabelle noch einmal an, indem ich zwischen der ersten und zweiten Columne drei neue Columnen einschiebe, deren erste die Länge aller *ganzen* schwingenden Abtheilungen, welche die Luftsäule enthält, aus der Geschwindigkeit des Schalls in der Luft und aus der Dauer einer Schwingung der Zungenpfeife berechnet, die zweite die Länge des übrigbleibenden Restes der Luftsäule, die dritte die Länge einer *halben* schwingenden Abtheilung angiebt. Durch Vergleichung der zweiten und dritten der hinzugekommenen Columnen, von denen die erstere fast lauter *kleinere* Werthe als die letztere enthält, wird man den aufgestellten Satz bewährt finden.

Tabelle von Versuchen über die Schwingungen der Metallplatte einer Zungenpfeife beim Mitschwingen verschieden langer Luftsäulen.

Die äuſsere Luft war dichter als die innere.

Länge $=12^{\text{lin.}},6$, Breite $=2^{\text{lin.}},5$, Dicke $=0^{\text{lin.}},22$ der messingenen Platte der Zungenpfeife, Weite der cylindrischen Luftsäule $=4^{\text{lin.}},7$.

liebigen Zahl *ganzer* schwingender Abtheilungen bestehe, *plus* einem Reste, der gröfser als eine *halbe* und kleiner als eine *ganze* schwingende Abtheilung sey (nach der in dies. Ann. Bd. 92. S. 206. mitgetheilten Tabelle von Versuchen) *).

Länge d. Luftsäule in Par. Linien.	Länge aller *ganzen* schwingenden Abtheilungen.	Länge des Restes.	Länge einer halben schwingenden Abtheilung.	Dauer einer Schwingung der Zungenpfeife.	Dauer einer Schwingung der Platte allein.
154lin.,5		145lin.,5	154lin.,1	0sec,0019456	0sec,0012978
163 ,0		163 ,0	163 ,1	002060	
171 ,0		171 ,0	173 ,0	002184	
184 ,6		184 ,6	183 ,1	002312	
194 ,6		194 ,6	194 ,1	0024508	
200 ,0		200 ,0	205 ,6	0025956	
238 ,0	217lin.,9	20 ,1	109 ,0	0013756	
315 ,4	230 ,7	84 ,7	115 ,4	0014566	
345 ,0	243 ,4	101 ,6	121 ,7	0015432	
368 ,2	259 ,0	109 ,2	129 ,5	0016354	
393 ,5	274 ,3	119 ,2	137 ,2	0017330	
420 ,0	290 ,5	129 ,5	145 ,3	0018348	
444 ,0	308 ,4	136 ,6	154 ,2	0019456	
472 ,0	435 ,8	36 ,2	109 ,0	0013756	
532 ,7	461 ,4	71 ,3	115 ,4	0014566	
582 ,0	486 ,8	95 ,2	121 ,7	0015432	
612 ,0	518 ,0	94 ,0	129 ,5	0016354	
650 ,4	548 ,6	101 ,8	137 ,2	0017330	

Vergleicht man aufserdem die Bd. 92. S. 435. in der zweiten Columne der Tabelle angeführten Werthe mit den Hälften der in der fünften Columne angeführten Werthe, so gelangt man zu demselben Resultate.

*) Um diesen vierten Satz durch die in der angeführten Tabelle enthaltenen Versuche nachzuweisen, führe ich diese Tabelle noch einmal an, indem ich zwischen der ersten und zweiten Columne drei neue Columnen einschiebe, deren erste die Länge aller *ganzen* schwingenden Abtheilungen, welche die Luftsäule enthält, die zweite die Länge des übrigbleibenden Restes der Luftsäule, die dritte die Länge einer *halben* schwingenden Abtheilung angiebt. Durch Vergleichung der zweiten und dritten der hinzugekommenen Columnen, von denen die erstere fast lauter *grö-*

eine elastische Wand substituirten, den Theil *am* der Luftsäule weggeworfen, so daſs *mc* die Luftsäule der Zungenpfeife blieb. Wir könnten aber auch umgekehrt die elastische Kraft der Platte so einrichten, daſs die Luftschwingung nicht gestört würde, wenn wir *mc* wegwürfen, so, daſs *am* die Luftsäule der Zungenpfeife bliebe.

Aber alsdann würde in denselben Fällen, wo vorhin die Platte ihre äuſseren Schwingungen machte, sie jetzt ihre inneren Schwingungen machen, und umgekehrt, wo sie früher ihre inneren Schwingungen machte, würde sie jetzt ihre äuſseren Schwingungen machen, weil die Schwingungen der Wand und der Luftsäule in gleicher Richtung geschehen wie früher, die Lage der Luftsäule aber zu dieser Wand der frühern entgegengesetzt ist.

6.

1) *Wenn die Auſsenseite der Platte mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt, so fällt allemal die Oeffnung der Zungenpfeife mit der verdichtenden Schwingung der Luftsäule, und der Schluſs der Zungenpfeife mit der verdünnenden Schwingung der Luftsäule zusammen.*

2) *Wenn die Auſsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft communicirt, so fällt allemal die Oeffnung der Zungenpfeifemit der verdünnenden Schwingung der Luftsänle und der Schluſs der Zungenpfeife mit der verdichtenden Schwingung der Luftsäule zusammen.*

Denn öffnete sich die Luftsäule zu einer Zeit, wo ihre Endabtheilung verdünnend ist, und communicirte sie dann mit einem Behälter von verdichteter Luft; so würde die verdünnende Schwingung augenblicklich in eine verdichtende verwandelt werden, und die stehende Schwingung der Luftsäule, gegen §. 1., eine Störung erlitten haben.

Oeffnete sich die Luftsäule zu einer Zeit, wo ihre Endabtheilung verdichtend ist, und communicirte sie dann

ſserung und Verkleinerung in unserer Zungenpfeife durch eine Seitenbewegung der Platte, *senkrecht* auf die Länge der Zungenpfeife.

Denken wir uns eine Zungenpfeife, wo diese Vergröſserung und Verkleinerung der Luftsäule durch eine Bewegung der Platte *parallel* der Axe der Luftsäule geschieht, wo die Platte nicht einen Theil der Röhrenwand, sondern einen Deckel oder Querschnitt der Röhre bildet, und wo alle ihre Theile mit allen Lufttheilchen der Luftsäule parallel schwingen.

Wir wollen zuerst die Theorie einer solchen *idealen* Zungenpfeife aufstellen, ehe wir zu der schwierigeren Theorie unserer *wirklichen* Zungenpfeifen übergehen.

1.

Die Platte und Luftsäule schwingen synchronisch mit einander, und zwar so, daſs die Schwingungen der Luftsäule in ihrer Fortdauer und gleichförmigen Wiederkehr weder durch die Platte selbst, noch durch die äuſsere Luft beim Oeffnen der Zungenpfeife gestört wird.

Siehe (Seite 197. und Bd. 92. Seite 415—438.) die Versuche, welche zu dieser Vorstellung von den Zungenpfeifen geführt haben.

2.

Die Länge der zwischen je zwei Schwingungsknoten schwingenden Abtheilungen der Luftsäule ist bei

Abweichung von den angeführten Sätzen statt, wenn der Rest der Länge einer halben schwingenden Abtheilung *nicht* nahe kommt. Im Allgemeinen haben alle Versuche, welche ich mit Zungenpfeifen bisher gemacht habe, diese vier Sätze auſser allen Zweifel gesetzt. Weil sich diese vier Sätze einstimmig aus allen Erfahrungen ergeben, so müssen sie in der Natur der Zungenpfeifen selbst ihren Grund haben, und müssen aus der Theorie der Zungenpfeifen gefolgert werden können.

Zungenpfeifen, wie bei Labialpfeifen, $=\frac{c}{n}$, *wo c die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft, n die Zahl der Schwingungen bedeutet.*

Man denke sich eine Luftsäule in einer unbegrenzt langen Röhre in stehender Schwingung. Es bilden sich in dieser Luftsäule *erstens* Schwingungsknoten, wo die Lufttheilchen gar nicht bewegt werden, aber unter allen Lufttheilchen abwechselnd die stärkste Verdichtung und Verdünnung erleiden. *Zweitens* bilden sich zwischen diesen Schwingungsknoten Maxima der Schwingung, wo die Lufttheilchen am stärksten bewegt werden, aber die Dichtigkeit der Luft sich nicht ändert.

An welcher Stelle man sich nun auch die schwingende Platte in dieser unbestimmt langen schwingenden Luftsäule eingesetzt denke, so wird, da nach §. 1. dieses Einsetzen der schwingenden Platte keine Störung in der Luftschwingung verursacht, die Länge der bestehenden schwingenden Abtheilungen der Luftsäule nicht geändert, wie groſs oder klein auch die Endabtheilung oder die Entfernung der schwingenden Platte vom nächsten Schwingungsknoten sey.

Die Länge einer schwingenden Abtheilung glich aber vorher der Dicke einer Schallwelle in der Luft, $=\frac{c}{n}$ (siehe *Nov. Comment. Acad. Petrop, Tom. XVI. p.* 335 bis 337.); folglich ist sie auch in einer Zungenpfeife gleich der Dicke einer Schallwelle $=\frac{c}{n}$, wenn eine synchronische Schwingung der Platte und Luftsäule besteht, was zu beweisen war.

3.

Die Platte macht gleichzeitig gleiche Bewegungen und übt den nämlichen Druck auf die angrenzende Luftschicht aus, als diejenige Luftschicht der Luftsäule,

den Kräfte gleich seyn. Diese Kräfte, durch welche alle Punkte in ihrer Bahn beschleunigt werden, können nach Verschiedenheit der Umstände folgende seyn:

die eigene Schwerkraft und elastische Kraft der Körper;

die Kräfte, welche auf die Körper von aufsen, durch Druck auf ihre Oberfläche, wirken;

die Kräfte, welche die Körper wechselseitig auf einander ausüben und von einander erleiden.

Haben wir zwei Körper, deren sämmtliche Theile durch innere elastische Kräfte und durch Wechselwirkung beider Körper pendelartig und synchronisch schwingen, so sind entweder beide Körper von einer solchen Beschaffenheit, dafs jeder, schon für sich allein, eine pendelartige Schwingung, wenn gleich in einem andern Takte, als unter dem Einflusse des andern Körpers, machen würde; — oder es sind beide Körper von einer solchen Beschaffenheit, dafs *nicht* jeder Körper für sich allein eine pendelartige Schwingung machen kann, weil in der Lage seiner Theile nicht alle zur Fortdauer einer pendelartigen Schwingung unerläfslichen Bedingungen erfüllt sind. Wir wollen uns jetzt darauf beschränken, eine synchronische Schwingung der letztern Art zu untersuchen, wo zwei Körper *zusammen* pendelartig schwingen, die *einzeln* nicht pendelartig schwingen würden, oder von denen wenigstens nicht *jeder* für sich allein pendelartig schwingen würde. Ich kenne zwei Beispiele von dieser letztern Art der synchronischen Schwingung, und will sie ausführlich aus einander setzen und vergleichen, von denen das *erstere* schon länger bekannt gewesen, und nach Bernoulli und Euler sehr einfachen Gesetzen unterworfen ist; von denen das *letztere* aber in der Zungenpfeife, zwischen deren elastischer Platte und Luftsäule stattfindet. Von diesem letztern habe ich (dies. Annal. 1829, 6. und 7. Stück) aus einander gesetzt, wie brauchbar und nützlich eine theoretische Untersuchung derselben seyn würde.

Hängen wir zwei Bleikugeln an zwei Fäden von verschiedener Länge, und zwar an zwei festen Punkten auf, und verbinden beide Kugeln durch einen Querfaden, so können beide Kugeln gemeinschaftlich schwingen. Schneidet man den Querfaden durch, so schwingt auch jede Kugel einzeln, die eine etwas schneller, die andere etwas langsamer, als da sie verbunden waren.

Hängen wir nur eine Bleikugel durch ihren Faden an einen festen Punkt auf, und knüpfen an die *bewegliche* Kugel, die dieser Faden trägt, den obern Endpunkt des andern Fadens an, so können in gewissen Fällen beide Kugeln auch pendelartig schwingen, und jede Schwingung gleichzeitig beginnen und endigen, wie Daniel Bernoulli und Euler bewiesen haben*). Schneidet man den Faden der untern Kugel von der obern ab, so schwingt die obere Kugel für sich allein in einem von der Länge ihres Fadens abhängigen Takte. Bei der untern, ihrer Aufhängung beraubten, Kugel kann aber, so lange sie nicht auf eine andere Art aufgehängt wird, von einer pendelartigen Schwingung nicht die Rede seyn.

Die *Platte* und *Luftsäule*, welche in der Zungenpfeife zusammen schwingen, sind nicht mit zwei Pendeln zu vergleichen, die beide, neben einander aufgehangen, durch einen Querfaden verbunden sind, und die, wenn der Querfaden durchschnitten wird, einzeln zu schwingen fortfahren, sondern mit zwei Pendeln unter einander und an einander aufgehangen sind, dafs nur das eine Pendel befestigt ist, und an seiner beweglichen Kugel das andern Pendel *trägt*.

Die *Platte* der Zungenpfeife kann, auch wenn ihre Luftsäule abgeschnitten und von ihr getrennt wird, pendelartig fortschwingen, wenn gleich nach einem andern Takte, als unter dem Einflusse jener Luftsäule; denn die Platte erfüllt alle Bedingungen zur Fortdauer einer pen-

*) *Commentar. Petrop. Tom. VI. p.* 108. *Acta Petrop. pro anno* 1779, *pars prior, p.* 89.

den Kräfte gleich seyn. Diese Kräfte, durch welche alle Punkte in ihrer Bahn beschleunigt werden, können nach Verschiedenheit der Umstände folgende seyn:

die eigene Schwerkraft und elastische Kraft der Körper;

die Kräfte, welche auf die Körper von aufsen, durch Druck auf ihre Oberfläche, wirken;

die Kräfte, welche die Körper wechselseitig auf einander ausüben und von einander erleiden.

Haben wir zwei Körper, deren sämmtliche Theile durch innere elastische Kräfte und durch Wechselwirkung beider Körper pendelartig und synchronisch schwingen, so sind entweder beide Körper von einer solchen Beschaffenheit, dafs jeder, schon für sich allein, eine pendelartige Schwingung, wenn gleich in einem andern Takte, als unter dem Einflusse des andern Körpers, machen würde; — oder es sind beide Körper von einer solchen Beschaffenheit, dafs *nicht* jeder Körper für sich allein eine pendelartige Schwingung machen kann, weil in der Lage seiner Theile nicht alle zur Fortdauer einer pendelartigen Schwingung unerläfslichen Bedingungen erfüllt sind. Wir wollen uns jetzt darauf beschränken, eine synchronische Schwingung der letztern Art zu untersuchen, wo zwei Körper *zusammen* pendelartig schwingen, die *einzeln* nicht pendelartig schwingen würden, oder von denen wenigstens nicht *jeder* für sich allein pendelartig schwingen würde. Ich kenne zwei Beispiele von dieser letztern Art der synchronischen Schwingung, und will sie ausführlich aus einander setzen und vergleichen, von denen das *erstere* schon länger bekannt gewesen, und nach Bernoulli und Euler sehr einfachen Gesetzen unterworfen ist; von denen das *letztere* aber in der Zungenpfeife, zwischen deren elastischer Platte und Luftsäule stattfindet. Von diesem letztern habe ich (dies. Annal. 1829, 6. und 7. Stück) aus einander gesetzt, wie brauchbar und nützlich eine theoretische Untersuchung derselben seyn würde.

Hängen wir zwei Bleikugeln an zwei Fäden von verschiedener Länge, und zwar an zwei festen Punkten auf, und verbinden beide Kugeln durch einen Querfaden, so können beide Kugeln gemeinschaftlich schwingen. Schneidet man den Querfaden durch, so schwingt auch jede Kugel einzeln, die eine etwas schneller, die andere etwas langsamer, als da sie verbunden waren.

Hängen wir nur eine Bleikugel durch ihren Faden an einen festen Punkt auf, und knüpfen an die *bewegliche* Kugel, die dieser Faden trägt, den obern Endpunkt des andern Fadens an, so können in gewissen Fällen beide Kugeln auch pendelartig schwingen, und jede Schwingung gleichzeitig beginnen und endigen, wie Daniel Bernoulli und Euler bewiesen haben *). Schneidet man den Faden der untern Kugel von der obern ab, so schwingt die obere Kugel für sich allein in einem von der Länge ihres Fadens abhängigen Takte. Bei der untern, ihrer Aufhängung beraubten, Kugel kann aber, so lange sie nicht auf eine andere Art aufgehängt wird, von einer pendelartigen Schwingung nicht die Rede seyn.

Die *Platte* und *Luftsäule,* welche in der Zungenpfeife zusammen schwingen, sind nicht mit zwei Pendeln zu vergleichen, die beide, neben einander aufgehangen, durch einen Querfaden verbunden sind, und die, wenn der Querfaden durchschnitten wird, einzeln zu schwingen fortfahren, sondern mit zwei Pendeln unter einander und an einander aufgehangen sind, dafs nur das eine Pendel befestigt ist, und an seiner beweglichen Kugel das andern Pendel *trägt.*

Die *Platte* der Zungenpfeife kann, auch wenn ihre Luftsäule abgeschnitten und von ihr getrennt wird, pendelartig fortschwingen, wenn gleich nach einem andern Takte, als unter dem Einflusse jener Luftsäule; denn die Platte erfüllt alle Bedingungen zur Fortdauer einer pen-

*) *Commentar. Petrop. Tom. VI. p.* 108. *Acta Petrop. pro anno* 1779, *pars prior, p.* 89.

den Kräfte gleich seyn. Diese Kräfte, durch welche alle Punkte in ihrer Bahn beschleunigt werden, können nach Verschiedenheit der Umstände folgende seyn:

die eigene Schwerkraft und elastische Kraft der Körper;

die Kräfte, welche auf die Körper von aufsen, durch Druck auf ihre Oberfläche, wirken;

die Kräfte, welche die Körper wechselseitig auf einander ausüben und von einander erleiden.

Haben wir zwei Körper, deren sämmtliche Theile durch innere elastische Kräfte und durch Wechselwirkung beider Körper pendelartig und synchronisch schwingen, so sind entweder beide Körper von einer solchen Beschaffenheit, dafs jeder, schon für sich allein, eine pendelartige Schwingung, wenn gleich in einem andern Takte, als unter dem Einflusse des andern Körpers, machen würde; — oder es sind beide Körper von einer solchen Beschaffenheit, dafs *nicht* jeder Körper für sich allein eine pendelartige Schwingung machen kann, weil in der Lage seiner Theile nicht alle zur Fortdauer einer pendelartigen Schwingung unerläfslichen Bedingungen erfüllt sind. Wir wollen uns jetzt darauf beschränken, eine synchronische Schwingung der letztern Art zu untersuchen, wo zwei Körper *zusammen* pendelartig schwingen, die *einzeln* nicht pendelartig schwingen würden, oder von denen wenigstens nicht *jeder* für sich allein pendelartig schwingen würde. Ich kenne zwei Beispiele von dieser letztern Art der synchronischen Schwingung, und will sie ausführlich aus einander setzen und vergleichen, von denen das *erstere* schon länger bekannt gewesen, und nach Bernoulli und Euler sehr einfachen Gesetzen unterworfen ist; von denen das *letztere* aber in der Zungenpfeife, zwischen deren elastischer Platte und Luftsäule stattfindet. Von diesem letztern habe ich (dies. Annal. 1829, 6. und 7. Stück) aus einander gesetzt, wie brauchbar und nützlich eine theoretische Untersuchung derselben seyn würde.

Hängen wir zwei Bleikugeln an zwei Fäden von verschiedener Länge, und zwar an zwei festen Punkten auf, und verbinden beide Kugeln durch einen Querfaden, so können beide Kugeln gemeinschaftlich schwingen. Schneidet man den Querfaden durch, so schwingt auch jede Kugel einzeln, die eine etwas schneller, die andere etwas langsamer, als da sie verbunden waren.

Hängen wir nur eine Bleikugel durch ihren Faden an einen festen Punkt auf, und knüpfen an die *bewegliche* Kugel, die dieser Faden trägt, den obern Endpunkt des andern Fadens an, so können in gewissen Fällen beide Kugeln auch pendelartig schwingen, und jede Schwingung gleichzeitig beginnen und endigen, wie Daniel Bernoulli und Euler bewiesen haben *). Schneidet man den Faden der untern Kugel von der obern ab, so schwingt die obere Kugel für sich allein in einem von der Länge ihres Fadens abhängigen Takte. Bei der untern, ihrer Aufhängung beraubten, Kugel kann aber, so lange sie nicht auf eine andere Art aufgehängt wird, von einer pendelartigen Schwingung nicht die Rede seyn.

Die *Platte* und *Luftsäule*, welche in der Zungenpfeife zusammen schwingen, sind nicht mit zwei Pendeln zu vergleichen, die beide, neben einander aufgehangen, durch einen Querfaden verbunden sind, und die, wenn der Querfaden durchschnitten wird, einzeln zu schwingen fortfahren, sondern mit zwei Pendeln unter einander und an einander aufgehangen sind, dafs nur das eine Pendel befestigt ist, und an seiner beweglichen Kugel das andern Pendel *trägt*.

Die *Platte* der Zungenpfeife kann, auch wenn ihre Luftsäule abgeschnitten und von ihr getrennt wird, pendelartig fortschwingen, wenn gleich nach einem andern Takte, als unter dem Einflusse jener Luftsäule; denn die Platte erfüllt alle Bedingungen zur Fortdauer einer pen-

*) *Commentar. Petrop. Tom. VI. p.* 108. *Acta Petrop. pro anno* 1779, *pars prior*, *p.* 89.

die elastische Kraft der Platte immer vermehrt, so schwingt die Platte schneller, und der Ton der Zungenpfeife ist stets *höher*, als der Ton der isolirt schwingenden Platte, was zu beweisen war.

Vergleiche hiermit, was die Erfahrung nach Seite 198. (1) und (2) gelehrt hat.

9.

1) *Wenn die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt, so ist die Länge der Luftsäule gleich einem Multiplum einer ganzen schwingenden Abtheilung plus einem Reste der gröfser als Null, und kleiner als eine halbe schwingende Abtheilung ist.*

2) *Wenn die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft communicirt, so ist die Länge der Luftsäule gleich einem Multiplum einer ganzen schwingenden Abtheiluug plus einem Reste, der gröfser als eine halbe und kleiner als eine ganze schwingende Abtheilung ist.*

Wir hatten §. 5. eine Luftschicht, oder eine Wand m betrachtet, welche zwischen dem Schwingnngsknoten α und dem Schwingungsmaximo b lag. Die Schlüsse in §. 5. gelten auch wirklich nur, so lange m zwischen α und b liegt, weil die Theilchen auf der andern Seite von α gleiche, aber entgegengesetzte Bewegungen machen. Sobald m zwischen α und a läge, würden sich alle Resultate umkehren.

Angenommen also, wie früher, dafs m zwischen α und b liegt, so lassen sich aus den Betrachtungen des §. 5. noch folgende Folgerungen ziehen.

b ist ein Schwingungsmaximum. Ferner, wie lang auch die Luftsäule der Zungenpfeife sey, so ist das offene Ende derselben gleichfalls immer ein Maximum der Schwingung. Zwischen b und dem offenen Ende der Zungenpfeife liegt also eine ganze Zahl schwingender Abtheilun-

Hängen wir zwei Bleikugeln an zwei Fäden von verschiedener Länge, und zwar an zwei festen Punkten auf, und verbinden beide Kugeln durch einen Querfaden, so können beide Kugeln gemeinschaftlich schwingen. Schneidet man den Querfaden durch, so schwingt auch jede Kugel einzeln, die eine etwas schneller, die andere etwas langsamer, als da sie verbunden waren.

Hängen wir nur eine Bleikugel durch ihren Faden an einen festen Punkt auf, und knüpfen an die *bewegliche* Kugel, die dieser Faden trägt, den obern Endpunkt des andern Fadens an, so können in gewissen Fällen beide Kugeln auch pendelartig schwingen, und jede Schwingung gleichzeitig beginnen und endigen, wie Daniel Bernoulli und Euler bewiesen haben *). Schneidet man den Faden der untern Kugel von der obern ab, so schwingt die obere Kugel für sich allein in einem von der Länge ihres Fadens abhängigen Takte. Bei der untern, ihrer Aufhängung beraubten, Kugel kann aber, so lange sie nicht auf eine andere Art aufgehängt wird, von einer pendelartigen Schwingung nicht die Rede seyn.

Die *Platte* und *Luftsäule,* welche in der Zungenpfeife zusammen schwingen, sind nicht mit zwei Pendeln zu vergleichen, die beide, neben einander aufgehangen, durch einen Querfaden verbunden sind, und die, wenn der Querfaden durchschnitten wird, einzeln zu schwingen fortfahren, sondern mit zwei Pendeln unter einander und an einander aufgehangen sind, dafs nur das eine Pendel befestigt ist, und an seiner beweglichen Kugel das andern Pendel *trägt.*

Die *Platte* der Zungenpfeife kann, auch wenn ihre Luftsäule abgeschnitten und von ihr getrennt wird, pendelartig fortschwingen, wenn gleich nach einem andern Takte, als unter dem Einflusse jener Luftsäule; denn die Platte erfüllt alle Bedingungen zur Fortdauer einer pen-

*) *Commentar. Petrop. Tom. VI. p.* 108. *Acta Petrop. pro anno* 1779, *pars prior, p.* 89.

einem Behälter von *verdichteter* *Luft communicirt; und sie können beliebig beschleunigt werden, wenn die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von* *verdünnter* *Luft communicirt. Im erstern Falle giebt es keine Grenze in der Tiefe, im letztern Falle keine in der Höhe der Töne.*

n sey die Zahl der Schwingungen der isolirten Platte in einer Secunde,

n' sey die Zahl der synchronischen Schwingungen der Platte und Luftsäule,

a die elastische Kraft der Platte bei ihrer gröfsten Abweichung von der Lage des Gleichgewichts,

d der Unterschied der Dichtigkeit der Luft an der Platte beim Maximo der Verdichtung und Verdünnung,

e die Gröfse der Excursion der Platte,

f und g seyen Constanten; so ist, wenn die Platte mit ihrer äufseren Fläche sich in einem Behälter von *verdichteter* Luft befindet,

$$n = \sqrt{f\frac{a}{e}}$$

$$n' = \sqrt{f\frac{a}{e} - g\frac{d}{e}}$$

wenn sich aber die Platte mit ihrer äufseren Fläche in einem Behälter von *verdünnter* Luft befindet,

$$n = \sqrt{f\frac{a}{e}}$$

$$n' = \sqrt{f\frac{a}{e} + g\frac{d}{e}}$$

$a \quad \alpha \quad m \quad b \quad \beta \quad c \quad \gamma \quad d$

- - - - - - - - - | -

a, b, c seyen Schwingungsmaxima, α, β, γ Schwingungsknoten. Nun ist in b

$$d = 0$$
$$e = \text{Maximum}.$$

Wenn daher eine synchronische Schwingung zu Stande

kommt, indem die Platte m dem Lufttheilchen b substituirt wird, so ist der Ton dieser synchronischen Schwingung jedenfalls dem Tone der isolirt schwingenden Platte gleich; denn

$$n' = \sqrt{f\frac{a}{e}} = n.$$

In α aber ist:

$$d = \text{Maximum}$$
$$e = 0.$$

Indem die Platte m dem Lufttheilchen α substituirt wird, so würde die Zahl der synchronischen Schwingungen in einer Secunde im erstern Falle unmöglich, im letztern Falle unendlich werden; denn im erstern Falle ist:

$$n' = \sqrt{-\infty},$$

im andern Falle ist:

$$n' = \sqrt{+\infty},$$

oder der Ton der Zungenpfeife im letztern Falle unendlich hoch, im erstern Falle aber die synchronische Schwingung unmöglich; denn damit eine synchronische Schwingung zu Stande käme, war die Bahn der Platte während der verdichtenden und verdünnenden Schwingung vorgeschrieben, je nachdem die äufsere Fläche der Platte mit einem Behälter von verdichteter oder verdünnter Luft communicirte (§. 6.). In dieser Bahn soll aber die Platte im ersteren Falle vermöge der Differenz zweier entgegengesetzt wirkender Kräfte bewegt werden. Sobald daher diese Differenz ihr Vorzeichen ändert, würde die Platte nicht mehr in der vorgeschriebenen Richtung, sondern in der entgegengesetzten Richtung sich bewegen; folglich eine synchronische Schwingung der Platte und Luftsäule unmöglich seyn.

Während aber in dem letztern Falle, wenn die Platte successive von b nach α versetzt wird, die Zahl der synchronischen Schwingungen ununterbrochen steigt; giebt es im erstern Falle wenn die Platte successive von b

nach α versetzt wird, ehe die synchronische Schwingung ganz unmöglich wird, eine Stelle, wo

$$f\frac{a}{e}=g\frac{d}{e};$$

folglich $n'=0$, oder der Ton der Zungenpfeife unendlich tief ist.

Die Töne der Zungenpfeifen der erstern Art, deren Platte mit ihrer äufseren Fläche sich in einem Behälter von verdichteter Luft befindet, hat also, wie zu beweisen war, keine bestimmte Grenze in der Tiefe.

12.

Die Abweichung irgend einer Luftschicht von ihrem Schwingungscentro ist $=e\frac{\cos rx}{\cos r\alpha}$, *wenn e die Abweichung der Platte von ihrem Schwingungscentro im nämlichen Augenblicke,* α *die Entfernung der Platte vom Maximo der Schwingung, und x die Entfernung der Luftschicht vom Maximo der Schwingung in der Luftsäule ausdrückt, und r constant ist, und mit der Länge einer schwingenden Abtheilung multiplicirt* π *giebt.*

Die Kraft, welche eine isolirt schwingende Platte in die Lage des Gleichgewichts jeden Augenblick zurücktreibt, ist für kleine Schwingungen, wie beim Pendel, ihrer Entfernung von der Lage des Gleichgewichts proportional. (Siehe Euler's Theorie schwingender Stäbe *Acta Petrop.* 1779, *pars prior, p.* 112.)

Die Kraft, welche ein Lufttheilchen in einer allein schwingenden Luftsäule in die Lage des Gleichgewichts jeden Augenblick zurücktreibt, hängt von einer arbiträren Function ab (s. *Nov. Comment. Acad. Petrop. T. XVI. p.* 333. *sq.*); folglich hängt auch von dieser arbiträren Function in der Zungenpfeife der Luftdruck auf die Platte ab.

Die arbiträre Function kann offenbar nun so beschaffen seyn, dafs der von ihr abhängige Druck der

Luft auf die Platte in jedem Augenblicke der elastischen Kraft der Platte selbst proportional ist, und also nicht anders wirkt, als wenn die Platte selbst eine etwas gröfsere oder kleinere elastische Kraft hätte, und allein schwänge. Bei dieser Beschaffenheit der arbiträren Function können die synchronischen Schwingungen der Platte und Luftsäule mit einander bestehen.

Die Platte hat alsdann auch in der Zungenpfeife eine pendelartige Schwingung, und es ist daher, wenn wir mit E die gröfste Abweichung der Platte von ihrem Schwingungscentro bezeichnen:

$$e = E \cos mt,$$

wo m constant ist, und mit der Dauer einer Schwingung multiplicirt π giebt.

Die Abweichung der Platte von ihrem Schwingungscentro ist zu allen Zeiten der Abweichung der benachbarten Lufttheilchen von ihrem Schwingungscentro gleich, und es gilt daher für die an der Platte liegenden Lufttheilchen die nämliche Gleichung:

$$e = E \cos mt \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Die Platte und die an ihr liegenden Lufttheilchen liegen nun in einer Entfernung $= \alpha$ vom nächsten Schwingungsmaximo der Luftsäule.

Die Abweichung irgend einer andern Luftschicht von ihrem Schwingungscentro, deren Entfernung vom nächsten Schwingungsmaximo $= x$, heifse y; so soll der Werth von y durch eine Function von x und t ausgedrückt werden.

Wir wollen setzen:

$$y = \mathfrak{E} \cos rx \cos mt \quad \ldots\ldots \quad (2)$$

wo $\mathfrak{E}$ das Maximum der Abweichung der schwingenden Luft im Schwingungsmaximo der Luftsäule sey, und wo r mit der Länge einer schwingenden Abtheilung der Luftsäule multiplicirt π giebt, so würde:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d^2y}{dt^2} c^2,$$

wo $c=\frac{m}{r}=\frac{a}{t}$ der Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles in der Luft gleich wäre.

Nach den Gesetzen der Luftschwingungen in Röhren kann jede Schwingung in der Luft bestehen, bei welcher diese Gleichung statt findet. (Siehe *Nov. Comment. Acad. Petrop. Tom. XVI. p.* 287.)

Aus den so gefundenen Gleichungen (1) und (2) folgt nun aber:

$$E=\mathfrak{E}\cos r\alpha,$$

und wird der Werth von $\mathfrak{E}=\frac{1}{\cos r\alpha}.E$, und von $E=\frac{1}{\cos mt}.e$ aus der Gleichung (1) in der Gleichung (2) substituirt, so erhält man die Abweichung jeder Luftschicht von ihrem Schwingungscentro in jedem Augenblicke:

$$y=e\frac{\cos rx}{\cos r\alpha}.$$

13.

Den Ton der Zungenpfeife zu bestimmen.

I. Die Zahl der von der Zungenpfeife in einer Secunde ausgehenden Schallwellen ist:

$$n'=n\sqrt{1\pm\frac{k\pi n'}{c}\tang\frac{l\pi n'}{c}.\frac{p}{q}},$$

wo das Zeichen + für den Fall gilt, wo die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft communicirt, und wo das Zeichen — für den Fall gilt, wo die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt;

wo p das Gewicht eines Quecksilberprisma's, das die Flächeneinheit zur Basis, die Barometerhöhe beim mittlern Druck der Luft in der Luftsäule zur Höhe hat;

q das Gewicht, welches der elastischen Kraft der

Platte, wenn sie um die Längeneinheit von der Lage des Gleichgewichts entfernt wäre, auf einer Strecke von der Gröfse der Flächeneinheit das Gleichgewicht hielte, unter der Voraussetzung, dafs die elastische Kraft der Platte ihrer Entfernung von der Lage des Gleichgewichts stets proportional bliebe;

k ist das Verhältnifs der Druckszunahme zur Dichtigkeitszunahme in einer Schallwelle;

l die Länge der Zungenpfeife.

Die Verdichtung der an der Platte befindlichen Lufttheilchen ist dem partiellen Differentialcoëfficienten nach x der Abweichung dieser Lufttheilchen von ihrem Schwingungscentro $\left(= e \frac{\cos rx}{\cos r\alpha}\right.$ nach dem vorigen §.$\left.\right)$ gleich, wenn man nach der Differentiation α für x setzt,

$$= -er\frac{\sin r\alpha}{\cos r\alpha} = -er \tang r\alpha.$$

Das Gewicht einer Quecksilbersäule, deren Basis die Flächeneinheit ist, welchem die durch Schwingung plötzlich verdichtete Luft vermöge dieser Verdichtung das Gleichgewicht halten kann, ist:

$$= -er \tang r\alpha . kp.$$

Die beschleunigende Kraft der Platte in der Zungenpfeife ist folglich:

$$= eq \pm er \tang r\alpha . kp,$$

(wo das Zeichen + für den Fall gilt, dafs die äufsere Fläche der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft, das Zeichen — für den Fall, dafs sie mit einem Behälter von verdichter Luft communicirt,) während die beschleunigende Kraft der isolirt schwingenden Platte

$$= eq.$$

Die Schwingungen im erstern und im letztern Falle verhalten sich daher:

$$n' : n = \sqrt{q \pm r\, tang\, r\alpha . kp} : \sqrt{q}.$$

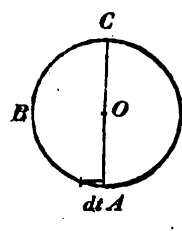
Setzt man für r seinen Werth $= \frac{\pi n'}{c}$, und für α seinen Werth $= l - \frac{ic}{n'}$, wo i eine ganze Zahl und $\frac{ic}{n'}$ irgend eine Zahl ganzer schwingender Abtheilungen ist, so erhält man:

$$n' = n \sqrt{1 \pm \frac{k\pi n'}{c} tang \frac{l\pi n'}{c} . \frac{p}{q}}$$

II. Die Zahl der von einer Zungenpfeife ausgehenden Schallwellen in einer Secunde ist:

$$n' = \sqrt{n^2 \pm \frac{2gkpn'}{\pi \varrho c} tang \frac{l}{c} \pi n'},$$

wo das Zeichen $+$ für den Fall gilt, daſs die Auſsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft, das Zeichen $-$ für den Fall, daſs sie mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt; und wo ϱ das Gewicht eines Stückes der Platte von der Gröſse der Flächeneinheit ist.



Stellt der Durchmesser AC des Kreises ABC die Bahn eines schwingenden Punktes der Platte um das Schwingungscentrum O dar, so ist, wenn die Platte die Schwingungsgesetze des Pendels befolgt, die Kraft, welche den Punkt an jeder Stelle seiner Bahn beschleunigt, dem Cosinus des von A an gerechneten Bogens proportional. Im Augenblicke, wo der Punkt in A sich befindet, ist seine beschleunigende Kraft dem Halbmesser $OA = 1$ proportional. Bei der angegebenen Abnahme der beschleunigenden Kraft des Punktes, proportional dem Cosinus des von A an gerechneten Kreisbogens, durchläuft

der Punkt den Raum AC während der durch ABC dargestellten Zeit. Welchen Raum würde der Punkt während derselben Zeit durchlaufen, wenn er immer durch eine gleiche Kraft, und zwar durch dieselbe Kraft, die im Punkte A auf ihn wirkt, beschleunigt würde? Während des Zeittheils dt bewegt sich der Punkt vermöge der anfänglich auf ihn wirkenden beschleunigenden Kraft durch das Raumelement $1 - \cos dt$. Beschleunigt die Kraft den Punkt gleichförmig, so ist:

$$dt^2 : \pi^2 = 1 - \cos dt : x$$
$$dt^2 : \pi^2 = \tfrac{1}{2} - dt^2 : x$$
$$x = \tfrac{1}{2}\pi^2.$$

Durch π wurde aber die Dauer einer Schwingung der Platte $= t$ dargestellt; folglich würde der Punkt in einer Secunde durch einen Raum $= \frac{1}{2}\frac{\pi^2}{t^2}$ sich bewegen, der $\frac{1}{2g} \cdot \frac{\pi^2}{t^2}$ Mal gröfser wäre, als der Raum, den der Punkt durch seine Schwere im leeren Raume während einer Secunde durchlaufen würde. Die Kraft, der das Gewicht q das Gleichgewicht hält, ist daher auch $\frac{1}{2g}\frac{\pi^2}{t^2}$ Mal gröfser als das Gewicht ϱ; folglich:

$$q = \frac{1}{2g}\frac{\pi^2}{t^2} \cdot \varrho$$
$$q = \frac{1}{2g}\pi^2 n^2 \varrho$$
$$n' = \sqrt{n^2 \pm \frac{2gkpn'}{\pi \varrho c} \tang \frac{l}{c} \pi n'}$$

wo das obere Zeichen für den Fall gilt, dafs die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft, das untere Zeichen für den Fall, dafs sie mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt.

In den vorigen §§. habe ich die Theorie einer *idealen* Classe von Zungenpfeifen aufgestellt, welche sich von

unsern *wirklichen* Zungenpfeifen *erstens* dadurch unterschied, dafs die schwingende Platte eine auf die Länge der Luftsäule senkrechte Lage hatte, während die Platte unserer Zungenpfeifen der Länge der Luftsäule parallel ist, und einen Theil ihrer Wand bildet; und welche sich *zweitens* dadurch unterschied, dafs alle ihre Theile gleiche Bewegungen machten, während die Platte unserer Zungenpfeife mit ihrem freien Ende am stärksten, mit ihrem festen Ende gar nicht schwingt.

Es kommt nun darauf an, die Abänderung der Theorie der Zungenpfeifen zu finden, die durch diese beiden Abänderungen der idealen Zungenpfeife nöthig werden.

Und da die Theorie der Zungenpfeifen in dem Zustande, wie wir mit ihr Versuche anstellen, keine leichte Aufgabe ist, wollen wir uns den wahren Resultaten, der strengen Theorie derselben für's Erste nur zu nähern suchen, und die Abänderung betrachten, welche die Theorie erleidet, wenn die Lage der Platte mit der Länge der Luftsäule *parallel* ist, und einen Theil ihrer Wand bildet.

14.

Wenn die Platte seitwärts schwingt, wie gewöhnlich in Zungenpfeifen, so ist die Zahl der Schwingungen in Zungenpfeifen:

$$n' = \sqrt{n^2 \pm \frac{2 g \mu k p n'}{\pi \varrho c} \, tang \, \frac{l}{c} \pi n'}$$

wo μ *das Verhältnifs des Raumes zwischen der Lage des Gleichgewichts der Platte und deren weitester Abweichung, zu dem prismatischen oder cylindrischen Raume, dessen Basis der Querschnitt der Luftsäule, und dessen Höhe der Excursionsweite der Platte gleich ist.* Das obere Zeichen gilt für den Fall, wo die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft, das untere Zeichen für den Fall, wo sie mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt.

Damit die Schwingung der Luftsäule bestehen könne,

mufs die Luft in der letzten schwingenden Abtheilung, von dem letzten Schwingungsknoten an gerechnet, bei jeder Schwingung ihr natürliches Volumen in gleichem Grade als die übrigen schwingenden Abtheilungen vermehren oder vermindern.

Damit diese Volumenänderung durch eine Erweiterung *seitwärts* eben so, wie durch die *Verlängerung* möglich werde, mufs die seitwärts schwingende Platte $\frac{1}{\mu}$ Mal weitere Excursionen machen, als die Platte, welche den Querschnitt der Luftsäule begrenzte. Oder umgekehrt, wenn die Platte in beiden Lagen gleich grofse Schwingungen machen sollte, mufs die Luft im erstern Falle μ Mal weniger verdichtet oder verdünnt seyn, und daher auf die Platte μ Mal schwächer drücken, als im zweiten Falle; und in demselben Verhältnisse, in welchem die Volumenänderungen verkleinert werden, ändert sich auch der eine Theil der elastischen Kraft, von welcher die Platte in der Zungenpfeife bewegt wird, und es verhält sich folglich:

$$n' : n = \sqrt{q \pm \mu r \, tang \, r \alpha . kp} : \sqrt{q},$$

und wenn man dieselben Substitutionen wie früher vornimmt, findet man:

$$n' = \sqrt{n^2 \pm \frac{2 g \mu k p n'}{\pi \varrho c} tang \frac{l}{c} \pi n'}$$

$$nn = n'n' \mp \frac{2 g \mu k p n'}{\pi \varrho c} tang \frac{\pi}{c} l n'$$

wo das obere Zeichen für den Fall gilt, dafs die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft, das untere Zeichen für den Fall, wo sie mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt.

So hätten wir die Theorie von Zungenpfeifen gefunden, deren Platte zwar eine der Länge der Zungenpfeife *parallele* Lage hätte, die aber in allen ihren Punkten *gleich grofse* Excursionen machte.

Um von dieser Theorie eine Anwendung auf Zun-

Alle diese Versuche habe ich im Sommer 1828 gemacht, und im Herbste desselben Jahres bei derselben Gelegenheit, wo ich die Compensation der Orgelpfeifen aus einander setzte, öffentlich mitgetheilt. Um den sichersten Weg vor allen Selbsttäuschungen bei diesen akustischen und musikalischen Beobachtungen einzuschlagen, hatte ich mir vorgesetzt, mich nie mit einer eigenen Beobachtung zu begnügen, sondern jedesmal einen Musikverständigen zu Hülfe zu nehmen, der, von dem Zwecke der Beobachtungen nicht unterrichtet, alle Bestimmungen mit gröſster Unpartheilichkeit machte. Da übrigens nach jeder Beobachtung erst eine Rechnung nöthig war, um das Resultat der Beobachtung näher kennen zu lernen, so war eine Partheilichkeit des Ohres gar nicht möglich. Um mich endlich auf jede Weise, die in meiner Macht stand, der Resultate zu versichern, habe ich mich nie mit *einem* Versuche begnügt, sondern, wie ich in diesen Annalen 1828, 11. St. S. 400., aus einander gesetzt habe, zu jeder Tonbestimmung mehrere Versuche gemacht, und den Einklang zweier tönenden Körper jedesmal auf eine doppelte Weise herbeigeführt, das eine Mal durch allmälige Erhöhung, das andere Mal durch allmälige Vertiefung des Tones des einen Körpers. Der Ton der Zungenpfeife blieb nämlich während jeder Beobachtung unveränderlich, und um die Zahl der Schallwellen, die in jeder Secunde von ihr ausgingen, zu bestimmen, wurde das, diese Annalen 1829, 1. St., beschriebene Monochord, mit allen dort angegebenen Vorsichtsmaſsregeln angewendet. Die feine Eisensaite, welche in diesem Monochorde gebraucht werden sollte, war vorher eine Zeit lang der gröſsten Spannung unterworfen gewesen, die sie, ohne zu reiſsen, vertrug, und ich hatte diese Saite darauf einer doppelten Prüfung unterworfen. Bei einer Saite nämlich, welche nicht dieser gröſsten Spannung unterworfen gewesen war, hatte ich gefunden, daſs, nachdem sie sich bei zunehmender Spannung verlängert habe, sie bei abnehmender Spannung sich nicht wieder bis zu demselben Punkte zusammenziehe. Umgekehrt hatte ich gefunden, daſs, nachdem eine Saite jenem Maximo der Spannung unterworfen gewesen war, ihre Länge eine Function bloſs von der gegenwärtigen Spannung derselben sey. Folgende kleine Tabellen werden diese Sätze über die elastische Kraft feiner Metallsaiten bestätigen.

Eine Eisensaite, von welcher 3 Par. F. mit 440gr. gespannt 0gr.,2278 wogen, und die noch *nicht* dem Maximo der Spannung unterworfen gewesen war, dehnte sich bei zunehmender Spannung *ungleichmäſsig* aus.			Eine Eisensaite, von welcher 3 Par. F. mit 445gr. gespannt 0gr.,2226 wogen, und die einer *mittlern* Spannung von 1445gr. unterworfen gewesen war, dehnte sich bis 1445gr. zunehmender Spannung *gleichmäſsig*, bei fortgesetzter Spannung *ungleichmäſsig* aus.			Eine Eisensaite, von welcher 3 Par. F. bis 3000gr. Spannung 0gr.,9785 wogen, und die dem *Maximo* der Spannung unterworfen gewesen war, hatte bei gleicher Spannung, sowohl nach einer Zunahme als auch nach einer Abnahme derselben *gleiche* Länge.		
Länge der Saite.	Spannendes Gewicht.	Gewichtszunahme zur Hervorbringung gleicher Verlängerung.	Spannendes Gewicht.	Länge der Saite.	Unterschied d. Länge für gleiche Zunahme der Spannung.	Spannendes Gewicht.	Länge der Saite.	Unterschied d. Länge für gleiche Zunahme der Spannung.
432lin.,0	215gr.,5		445gr.	418lin.,628		3000gr.	423lin.,948	
432 ,5	941 ,5	726gr.	1445	419 ,347	0lin.,719	2000	423 ,755	0lin.,193
433 ,0	1604 ,5	663	2445	420 ,242	0 ,895	1000	423 ,547	0 ,208
433 ,5	2184 ,5	580	1445	419 ,503	0 ,739	1000	423 ,547	
			2445	420 ,222	0 ,719	2000	423 ,755	0 ,208
						3000	423 ,958	0 ,203

Alle diese Versuche habe ich im Sommer 1828 gemacht, und im Herbste desselben Jahres bei derselben Gelegenheit, wo ich die Compensation der Orgelpfeifen aus einander setzte, öffentlich mitgetheilt. Um den sichersten Weg vor allen Selbsttäuschungen bei diesen akustischen und musikalischen Beobachtungen einzuschlagen, hatte ich mir vorgesetzt, mich nie mit einer eigenen Beobachtung zu begnügen, sondern jedesmal einen Musikverständigen zu Hülfe zu nehmen, der, von dem Zwecke der Beobachtungen nicht unterrichtet, alle Bestimmungen mit gröfster Unpartheilichkeit machte. Da übrigens nach jeder Beobachtung erst eine Rechnung nöthig war, um das Resultat der Beobachtung näher kennen zu lernen, so war eine Partheilichkeit des Ohres gar nicht möglich. Um mich endlich auf jede Weise, die in meiner Macht stand, der Resultate zu versichern, habe ich mich nie mit *einem* Versuche begnügt, sondern, wie ich in diesen Annalen 1828, 11. St. S. 400., aus einander gesetzt habe, zu jeder Tonbestimmung mehrere Versuche gemacht, und den Einklang zweier tönenden Körper jedesmal auf eine doppelte Weise herbeigeführt, das eine Mal durch allmälige Erhöhung, das andere Mal durch allmälige Vertiefung des Tones des einen Körpers. Der Ton der Zungenpfeife blieb nämlich während jeder Beobachtung unveränderlich, und um die Zahl der Schallwellen, die in jeder Secunde von ihr ausgingen, zu bestimmen, wurde das, diese Annalen 1829, 1. St., beschriebene Monochord, mit allen dort angegebenen Vorsichtsmafsregeln angewendet. Die feine Eisensaite, welche in diesem Monochorde gebraucht werden sollte, war vorher eine Zeit lang der gröfsten Spannung unterworfen gewesen, die sie, ohne zu reifsen, vertrug, und ich hatte diese Saite darauf einer doppelten Prüfung unterworfen. Bei einer Saite nämlich, welche nicht dieser gröfsten Spannung unterworfen gewesen war, hatte ich gefunden, dafs, nachdem sie sich bei zunehmender Spannung verlängert habe, sie bei abnehmender Spannung sich nicht wieder bis zu demselben Punkte zusammenziehe. Umgekehrt hatte ich gefunden, dafs, nachdem eine Saite jenem Maximo der Spannung unterworfen gewesen war, ihre Länge eine Function blofs von der gegenwärtigen Spannung derselben sey. Folgende kleine Tabellen werden diese Sätze über die elastische Kraft feiner Metallsaiten bestätigen.

$$-dc = \frac{\pi n dn}{akn'}(c-2ln')^2 \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Endlich erhält man aus der Gleichung (1) für k folgenden Werth:

$$k = \frac{c(nn-n'n')}{an' \operatorname{tang} \frac{\pi l n'}{c}} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

Nach dieser Uebersicht der Resultate unserer Theorie wollen wir zu den Versuchen übergehen, durch die sie bewährt werden soll.

Die Versuche, welche ich mit unserer Theorie der Zungenpfeifen in Vergleich bringen will, sind die in meiner ersten Abhandlung, diese Annalen 1828, 11. Stück, erwähnten, auf welche ich dort meine Berechnung der Compensation der Zungenpfeifen in der zu Ende der Abhandlung, Seite 408., befindlichen Tabelle gegründet habe.

In dieser Abhandlung hatte ich Versuche mit 3 gut gewalzten Messingplatten von verschiedener Dicke benutzt, und ich will hier mit der Theorie alle Versuche mit diesen drei Messingplatten vergleichen.

Aufser diesen Versuchen mit Zungenpfeifen, deren Platten von vielmals gewalztem Messing gearbeitet waren, um ihnen einen grofsen Grad von Elasticität zu geben, will ich eine Reihe, diese Annalen 1829, Stück 7. S. 432., zusammengestellter Versuche mit Zungenpfeifen, deren Platte aus einem andern Metalle, aus gewalztem Eisen, verfertigt war, mit der Theorie vergleichen, so dafs dieselbe nicht allein für Luftsäulen von verschiedener Länge und für Platten von verschiedener Dicke, sondern auch für verschiedene zur Platte verwendeten Materialien geprüft und bestätigt werde. Endlich will ich auch eine Reihe mit einer Argentanplatte angestellter Versuche mit unserer Theorie vergleichen, indem das Argentan eine Legirung ist, die vorzüglich brauchbar und empfehlenswerth für die Platten der Zungenpfeifen ist.

Alle diese Versuche habe ich im Sommer 1828 gemacht, und im Herbste desselben Jahres bei derselben Gelegenheit, wo ich die Compensation der Orgelpfeifen aus einander setzte, öffentlich mitgetheilt. Um den sichersten Weg vor allen Selbsttäuschungen bei diesen akustischen und musikalischen Beobachtungen einzuschlagen, hatte ich mir vorgesetzt, mich nie mit einer eigenen Beobachtung zu begnügen, sondern jedesmal einen Musikverständigen zu Hülfe zu nehmen, der, von dem Zwecke der Beobachtungen nicht unterrichtet, alle Bestimmungen mit gröſster Unpartheilichkeit machte. Da übrigens nach jeder Beobachtung erst eine Rechnung nöthig war, um das Resultat der Beobachtung näher kennen zu lernen, so war eine Partheilichkeit des Ohres gar nicht möglich. Um mich endlich auf jede Weise, die in meiner Macht stand, der Resultate zu versichern, habe ich mich nie mit *einem* Versuche begnügt, sondern, wie ich in diesen Annalen 1828, 11. St. S. 400., aus einander gesetzt habe, zu jeder Tonbestimmung mehrere Versuche gemacht, und den Einklang zweier tönenden Körper jedesmal auf eine doppelte Weise herbeigeführt, das eine Mal durch allmälige Erhöhung, das andere Mal durch allmälige Vertiefung des Tones des einen Körpers. Der Ton der Zungenpfeife blieb nämlich während jeder Beobachtung unveränderlich, und um die Zahl der Schallwellen, die in jeder Secunde von ihr ausgingen, zu bestimmen, wurde das, diese Annalen 1829, 1. St., beschriebene Monochord, mit allen dort angegebenen Vorsichtsmaſsregeln angewendet. Die feine Eisensaite, welche in diesem Monochorde gebraucht werden sollte, war vorher eine Zeit lang der gröſsten Spannung unterworfen gewesen, die sie, ohne zu reiſsen, vertrug, und ich hatte diese Saite darauf einer doppelten Prüfung unterworfen. Bei einer Saite nämlich, welche nicht dieser gröſsten Spannung unterworfen gewesen war, hatte ich gefunden, daſs, nachdem sie sich bei zunehmender Spannung verlängert habe, sie bei abnehmender Spannung sich nicht wieder bis zu demselben Punkte zusammenziehe. Umgekehrt hatte ich gefunden, daſs, nachdem eine Saite jenem Maximo der Spannung unterworfen gewesen war, ihre Länge eine Function bloſs von der gegenwärtigen Spannung derselben sey. Folgende kleine Tabellen werden diese Sätze über die elastische Kraft feiner Metallsaiten bestätigen.

Eine Eisensaite, von welcher 3 Par. F. mit 440gr. gespannt 0gr.,2278 wogen, und die noch *nicht* dem Maximo der Spannung unterworfen gewesen war, dehnte sich bei zunehmender Spannung *ungleichmäſsig* aus.

Eine Eisensaite, von welcher 3 Par. F. mit 446gr. gespannt 0gr.,2226 wogen, und die einer *mittlern* Spannung von 1445gr. unterworfen gewesen war, dehnte sich bis 1445gr. zunehmender Spannung *gleichmäſsig*, bei fortgesetzter Spannung *ungleichmäſsig* aus.

Eine Eisensaite, von welcher 3 Par. F. bis 3000gr. Spannung 0gr.,9785 wogen, und die dem *Maximo* der Spannung unterworfen gewesen war, hatte bei gleicher Spannung, sowohl nach einer Zunahme als auch nach einer Abnahme derselben *gleiche* Länge.

Länge der Saite.	Spannendes Gewicht.	Gewichtszunahme zur Hervorbringung gleicher Verlängerung.	Spannendes Gewicht.	Länge der Saite.	Unterschied d. Länge für gleiche Zunahme der Spannung.	Spannendes Gewicht.	Länge der Saite.	Unterschied d. Länge für gleiche Zunahme der Spannung.
432lin.,0	215gr.,5		445gr.	418lin.,628		3000gr.	423lin.,948	
432 ,5	941 ,5	726gr.	1445	419 ,347	0lin.,719	2000	423 ,755	0lin.,193
433 ,0	1604 ,5	663	2445	420 ,242	0 ,895	1000	423 ,547	0 ,208
433 ,5	2184 ,5	580	1445	419 ,503	0 ,739	1000	423 ,547	
			2445	420 ,222	0 ,719	2000	423 ,755	0 ,208
						3000	423 ,958	0 ,203

wo $c = \frac{m}{r} = \frac{a}{t}$ der Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalles in der Luft gleich wäre.

Nach den Gesetzen der Luftschwingungen in Röhren kann jede Schwingung in der Luft bestehen, bei welcher diese Gleichung statt findet. (Siehe *Nov. Comment. Acad. Petrop. Tom. XVI. p.* 287.)

Aus den so gefundenen Gleichungen (1) und (2) folgt nun aber:

$$E = \mathfrak{E} \cos r\alpha,$$

und wird der Werth von $\mathfrak{E} = \frac{1}{\cos r\alpha} . E$, und von $E = \frac{1}{\cos mt} . e$ aus der Gleichung (1) in der Gleichung (2) substituirt, so erhält man die Abweichung jeder Luftschicht von ihrem Schwingungscentro in jedem Augenblicke:

$$y = e \frac{\cos rx}{\cos r\alpha}.$$

13.

Den Ton der Zungenpfeife zu bestimmen.

I. Die Zahl der von der Zungenpfeife in einer Secunde ausgehenden Schallwellen ist:

$$n' = n \sqrt{1 \pm \frac{k\pi n'}{c} tang \frac{l\pi n'}{c} . \frac{p}{q}},$$

wo das Zeichen + für den Fall gilt, wo die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft communicirt, und wo das Zeichen — für den Fall gilt, wo die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt;

wo p das Gewicht eines Quecksilberprisma's, das die Flächeneinheit zur Basis, die Barometerhöhe beim mittlern Druck der Luft in der Luftsäule zur Höhe hat;

q das Gewicht, welches der elastischen Kraft der

Erste Zungenpfeife. Messingplatte 14$^{\text{lin.}}$,06 lang, 2^{in} 956 breit; ein Stück v. 26^{lin},54 Länge wog 2$^{\text{gr.}}$,670. Cylindrische Luftsäule 4$^{\text{lin.}}$,141 weit, Temperatur 28° C., Sättigungspunkt 26° C.		Zweite Zungenpfeife. Messingplatte 14$^{\text{lin.}}$,06 lang, 2$^{\text{lin.}}$,956 breit; ein Stück v. 26$^{\text{lin.}}$,54 Länge wog 2$^{\text{gr.}}$,295. Cylindrische Luftsäule 4$^{\text{lin.}}$,141 weit, Temperatur 28° C., Sättigungspunkt 26° C.		Dritte Zungenpfeife. Messingplatte 14$^{\text{lin.}}$,06 lang, 2$^{\text{lin.}}$,956 breit; ein Stück v. 26$^{\text{lin.}}$,54 Länge wog 1$^{\text{gr.}}$,783. Cylindrische Luftsäule 4$^{\text{lin.}}$,141 weit, Temperatur 28° C., Sättigungspunkt 26° C.		Vierte Zungenpfeife. Eisenplatte 14$^{\text{lin.}}$,06 lang, 2$^{\text{lin.}}$,956 breit; ein Stück von 26$^{\text{lin.}}$,54 Länge wog 2$^{\text{gr.}}$,458. Cylindrische Luftsäule 4$^{\text{lin.}}$,141 weit, Temperatur 28° C., Sättigungspunkt 26° C.			Fünfte Zungenpfeife. Argentanplatte 14$^{\text{lin.}}$,06 lang, 2$^{\text{lin.}}$,956 breit; ein Stück v. 26$^{\text{lin.}}$,54 Länge wog 2$^{\text{gr.}}$,3045. Cylindrisch. Luftsäule 4$^{\text{lin.}}$,141 weit, Temperatur 28° C., Sättigungspunkt 26 C.	
Länge der Luftsäule.	Zahl d. Schallwellen bei mäſsig starkem Blasen.	Länge der Luftsäule.	Zahl d. Schallwellen bei mäſsig starkem Blasen.	Länge der Luftsäule.	Zahl d. Schallwellen bei mäſsig starkem Blasen.	Länge der Luftsäule.	Zahl d. Schallwellen bei starkem Blasen.	Zahl d. Schallwellen b. schwachem Blasen.	Länge der Luftsäule.	Zahl d. Schallwellen bei mäſsig starkem Blasen.
38$^{\text{lin.}}$,0	769,3	38$^{\text{lin.}}$,0	544,2	38$^{\text{lin.}}$,0	424,2	38$^{\text{lin.}}$,0	1127,7	1146,7	38$^{\text{lin.}}$,0	767,4
74 ,0	728,1	86 ,0	523,9	86 ,0	406,0	50 ,0	1097,7	1122,2	74 ,0	721,2
110 ,0	634,8	134 ,0	469,6	134 ,0	377,5	62 ,0	1048,3	1059,2	110 ,0	622,8
				182 ,0	330,6	74 ,0	940,6	945,2	146 ,0	491,3
						86 ,0	856,4	856,4		
						98 ,0	745,9			
						110 ,0	676,0			
						122 ,0	608,0			
						128 ,0	583,2			
						137 ,0	1143,9	1158,1		

$$n':n = \sqrt{q \pm r \tan r\alpha . kp} : \sqrt{q}.$$

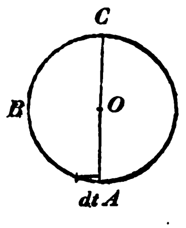
Setzt man für r seinen Werth $= \frac{\pi n'}{c}$, und für α seinen Werth $= l - \frac{ic}{n'}$, wo i eine ganze Zahl und $\frac{ic}{n'}$ irgend eine Zahl ganzer schwingender Abtheilungen ist, so erhält man:

$$n' = n \sqrt{1 \pm \frac{k\pi n'}{c} \tan \frac{l\pi n'}{c} . \frac{p}{q}}$$

II. Die Zahl der von einer Zungenpfeife ausgehenden Schallwellen in einer Secunde ist:

$$n' = \sqrt{n^2 \pm \frac{2gkpn'}{\pi \varrho c} \tan \frac{l}{c} \pi n'},$$

wo das Zeichen + für den Fall gilt, dafs die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft, das Zeichen — für den Fall, dafs sie mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt; und wo ϱ das Gewicht eines Stückes der Platte von der Gröfse der Flächeneinheit ist.



Stellt der Durchmesser AC des Kreises ABC die Bahn eines schwingenden Punktes der Platte um das Schwingungscentrum O dar, so ist, wenn die Platte die Schwingungsgesetze des Pendels befolgt, die Kraft, welche den Punkt an jeder Stelle seiner Bahn beschleunigt, dem Cosinus des von A an gerechneten Bogens proportional. Im Augenblicke, wo der Punkt in A sich befindet, ist seine beschleunigende Kraft dem Halbmesser $OA = 1$ proportional. Bei der angegebenen Abnahme der beschleunigenden Kraft des Punktes, proportional dem Cosinus des von A an gerechneten Kreisbogens, durchläuft

der Punkt den Raum AC während der durch ABC dargestellten Zeit. Welchen Raum würde der Punkt während derselben Zeit durchlaufen, wenn er immer durch eine gleiche Kraft, und zwar durch dieselbe Kraft, die im Punkte A auf ihn wirkt, beschleunigt würde? Während des Zeittheils dt bewegt sich der Punkt vermöge der anfänglich auf ihn wirkenden beschleunigenden Kraft durch das Raumelement $1 - \cos dt$. Beschleunigt die Kraft den Punkt gleichförmig, so ist:

$$dt^2 : \pi^2 = 1 - \cos dt : x$$
$$dt^2 : \pi^2 = \tfrac{1}{2} - dt^2 : x$$
$$x = \tfrac{1}{2}\pi^2.$$

Durch π wurde aber die Dauer einer Schwingung der Platte $= t$ dargestellt; folglich würde der Punkt in einer Secunde durch einen Raum $= \frac{1}{2}\frac{\pi^2}{t^2}$ sich bewegen, der $\frac{1}{2g}\cdot\frac{\pi^2}{t^2}$ Mal gröfser wäre, als der Raum, den der Punkt durch seine Schwere im leeren Raume während einer Secunde durchlaufen würde. Die Kraft, der das Gewicht q das Gleichgewicht hält, ist daher auch $\frac{1}{2g}\frac{\pi^2}{t^2}$ Mal gröfser als das Gewicht ϱ; folglich:

$$q = \frac{1}{2g}\frac{\pi^2}{t^2}\cdot\varrho$$
$$q = \frac{1}{2g}\pi^2 n^2 \varrho$$
$$n' = \sqrt{n^2 \pm \frac{2gkpn'}{\pi\varrho c} \tang \frac{l}{c}\pi n'}$$

wo das obere Zeichen für den Fall gilt, dafs die Aufsenseite der Platte mit einem Behälter von verdünnter Luft, das untere Zeichen für den Fall, dafs sie mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt.

In den vorigen §§. habe ich die Theorie einer *idealen* Classe von Zungenpfeifen aufgestellt, welche sich von

len die *geringsten* Beobachtungsfehler über die Schwingungen der Zungenpfeife *grofse* Abweichungen in den berechneten Schwingungen der isolirten Platte veranlassen müssen. Darum finde ich nicht angemessen, bei solchen langen Luftsäulen aus den Schwingungen der Zungenpfeife die Schwingungen der isolirten Platte zu berechnen; sondern ich finde es angemessener, die Schwingungen der Platte als bekannt voraussetzend, daraus zur Prüfung unserer Theorie die *Geschwindigkeit* des Schalles zu berechnen, und mit der nach Laplace's Theorie gefundenen zu vergleichen. Die Resultate, welche ich durch diese Rechnung erhalten habe, und die Vergleichung derselben unter einander und mit der Erfahrung stelle ich in der folgenden Tabelle zusammen. Die Differenzen, welche sich aus dieser Berechnung ergeben, rühren nicht von *einem* Beobachtungsfehler, sondern von der *Summe* aller Beobachtungsfehler her. Die wichtigsten Beobachtungsfehler können bei Bestimmung von c und n' vorgefallen seyn. Wollte man daher die Differenzen auf c und n' vertheilen, so würden die durch die Berechnung gefundenen Differenzen gerade auf den halben Werth herabgesetzt werden. Ich werde daher in den mit »Halbe Diff. für kurze Luftsäulen« und »Halbe Diff. für lange Luftsäulen« bezeichneten Columnen diese Hälften hinschreiben. Aus ihnen kann man die wahre Uebereinstimmung der Theorie mit der Erfahrung beurtheilen.

	Länge der Luftsäule.	Beobacht. Schwing. der Zungenpfeifen	Wahre Schwing. d. isolirten Platte.	Berechn. Schwing. d. isolirten Platte	bei d. nach Lapl. Theor. ber. Geschw. des Schalls.	Halbe Diff. für kurze Luftsäulen.	Berechn. Schwing. d. isolirten Platte	bei Annahme folgender Geschw. des Schalles.	Halbe Diff. für lange Luftsäulen
Erste Zungenpfeife, wie in Tabelle S. 229.	38lin.,0	769,3	786,6	789,1	1066F.,3	+1,25			
	74 ,0	728,1	786,6	784,2	1066 ,3	−1,20			
	110 ,0	634,8	—	—	—	—	786,6	1083F.,0	+8F.,35
Zweite Zungenpfeife, wie in Tabelle S. 229.	38lin.,0	544,2	563,1	559,4	1066F.,3	−1,89			
	86 ,0	523,9	563,1	566,8	1066 ,3	+1,89			
	134 ,0	469,6	—	—	—	—	563,1	1084F.,6	+9F.,15
Dritte Zungenpfeife, wie in Tabelle S. 229.	38lin.,0	424,2	441,3	439,1	1066F.,3	−1,10			
	86 ,0	406,0	441,3	442,5	1066 ,3	+1,60			
	134 ,0	377,5	441,3	445,7	1066 ,3	+2,20			
	182 ,0	330,6	441,3	438,0	1066 ,3	−1,65			
Vierte Zungenpfeife, wie in Tabelle S. 229.	38lin.,0	1146,7	1188,7	1185,4	1066F.,3	−1,65			
	50 ,0	1122,2	1188,7	1191,2	1066 ,3	+1,25			
	62 ,0	1059,2	1188,7	1189,6	1066 ,3	+0,45			
	74 ,0	945,2	—	—	—	—	1188,7	1050F.,0	− 8F.,15
	86 ,0	856,4	—	—	—	—	1188,7	1073 ,3	+ 3 ,50
	98 ,0	745,9	—	—	—	—	1188,7	1051 ,4	− 7 ,45
	110 ,0	676,0	—	—	—	—	1188,7	1063 ,7	− 1 ,30
	122 ,0	608,0	—	—	—	—	1188,7	1052 ,4	− 6 ,95
	128 ,0	583,2	—	—	—	—	1188,7	1059 ,6	− 3 ,35
	137 ,0	1158,1	1188,7	1162,0	1066 ,3	−13,3	1188,7	1040 ,0	−13 ,2
Fünfte Zungenpfeife, wie in Tabelle S. 229.	38lin.,0	767,4	787,2	790,2	1066F.,3	+3,0			
	74 ,0	721,2	787,2	784,2	1066 ,3	−3,0			
	110 ,0	622,8	—	—	—	—	787,2	1064F.,15	+0F.,42
	146 ,0	491,3	—	—	—	—	787,2	1063 ,05	−0 ,12

Um diese Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung in jeder Beziehung zu vervollständigen, und durch sie unsere Theorie aufser allen Zweifel zu setzen, hätte es wünschenswerth scheinen können, die berechneten Werthe von n, welche in der Wirklichkeit bei Zungenpfeifen, die sich blofs in der Länge unterscheiden, immer dieselben sind, nicht blofs unter einander, sondern auch mit den Werthen von n zu vergleichen, welche man durch unmittelbare Beobachtung ausfindig gemacht hätte.

Damals aber, als ich diese Versuche mit Zungenpfeifen anstellte, konnte ich nicht die Werthe von n durch unmittelbare Beobachtung mit aller erforderlichen Genauigkeit ausmitteln, weil die Zungenpfeife, die ich hatte, keine Einrichtung besafs, durch welche die *ganze* Luftsäule von der Platte hätte geschieden werden können. Ich mufste daher die Platte aus der Zungenpfeife herausnehmen, besonders einklemmen, und mit dem Violinbogen zum Tönen bringen. Man sieht aber leicht, dafs jede veränderte Einklemmung der Platte einflufsreich auf ihre Schwingungen seyn kann. Insbesondere aber kann die Erregung des Tones einflufsreich auf die Schwingungen der Platte seyn. Es ist noch gar nicht untersucht worden, ob der Ton einer isolirten Platte nicht dadurch etwas erhöhet werde, dafs sie durch einen gleichförmigen Druck senkrecht auf die eine ihrer Flächen fortwährend in einer schiefen Lage erhalten wird. Es wäre wohl denkbar, dafs die Platte unserer Zungenpfeife in der schiefen Stellung, die sie in der tönenden Zungenpfeife erhält, weil ihre Aufsenseite mit einem Behälter von verdichteter Luft communicirt, einige Schwingungen mehr als bei Erregung des Tones mit dem Violinbogen mache.

Ungeachtet dieser Einwürfe gegen die Genauigkeit und Zuverlässigkeit meiner Versuche zur Bestimmung von n für unsere fünf Zungenpfeifen, will ich doch eine Uebersicht und Vergleichung derselben mit der Theorie in einer

kleinen Tabelle folgen lassen, da, wenn auch diese Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung bis auf sehr *kleine* Theile zutreffen kann, sie doch immer eine Bestätigung der Theorie abgiebt.

	Werth von n nach der Beobachtung.	Werth v. n nach der Theorie.	Differenz in Theilen der letztern.
Erste Zungenpfeife	793,5	786,6	+0,0088
Zweite Zungenpfeife	565,2	563,1	+0,0036
Dritte Zungenpfeife	406,1 *)	441,3	−0,0800
Vierte Zungenpfeife	1142,0	1188,7	−0,0390
Fünfte Zungenpfeife	779,0	787,2	−0,0105

III. Anwendung der Theorie der Zungenpfeifen.

1) Messung der Geschwindigkeit des Schalles in der Luft und andern Gasen.

Hat man eine Zungenpfeife und eine offene oder gedackte Pfeife, die beide *einen* Ton geben, so kann man beiden eine schwingende Abtheilung zufügen, ohne dafs ihr Ton geändert wird, und diese hinzugefügte Abtheilung ist in beiden gleich grofs. Bernoulli hat aber gelehrt, aus dieser hinzugefügten schwingenden Abtheilung die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft und andern Gasen zu bestimmen. Also führt Bernoulli's Methode, die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft und andern Gasen zu messen, bei Zungenpfeifen zu denselben Resultaten als bei andern Orgelpfeifen.

Aus meinen Versuchen mit Zungenpfeifen hatte sich, wie ich in diesen Annalen 1829, 6. St. S. 199—203. erwähnt habe, ergeben, dafs der Ton der Zungenpfeife

*) Ich habe Grund, zu vermuthen, dafs hier ein Schreibfehler in meinem Journale vorgefallen, und ein + Zeichen mit einem — Zeichen verwechselt worden ist. Alsdann verwandelt sich die Angabe 406,1 in 439,5, welches sehr nahe mit der Theorie übereinstimmt.

dem Tone einer gleich langen gedackten Pfeife (wenn beide ohne Knoten schwingen) desto näher komme, je länger die Zungenpfeife ist. Wie daher aus der Länge und dem Tone *einer* gedackten Pfeife die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft und andern Gasen hergeleitet werden kann, eben so kann auch aus der Länge und dem Tone *einer* Zungenpfeife die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft und andern Gasen hergeleitet werden, mit dem Unterschiede, dafs an dem Mundstücke gedackter Pfeifen eine Verengung der Röhre und ein Mitschwingen des Labiums stattfindet, deren Einflufs auf den Ton *nicht berücksichtigt* werden kann, während sich der Einflufs der mitschwingenden Platte am Mundstücke der Zungenpfeife *genau berechnen* läfst.

Diese letztere Methode, die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft und andern Gasen zu messen, hat vor der erstern, von Bernoulli angegebenen, Methode den Vorzug, dafs das Resultat aus einer einzigen Tonmessung, und mit Hülfe einer drei Mal kürzeren Pfeife erhalten wird; denn eine gedackte Pfeife mit einem Knoten ist drei Mal länger, als eine gedackte Pfeife ohne Knoten, wenn beide gleichen Ton geben. Bei gedackten Pfeifen führte diese Methode zu keinen genauen Resultaten, und konnte darum bisher nicht benutzt werden. Bei Zungenpfeifen führt sie, wenn man den Einflufs der Platte unberücksichtigt läfst, zu gleichen Resultaten, wie bei gedackten Pfeifen, und die Berücksichtigung des Einflusses der Platte ist daher reiner *Gewinn* an Genauigkeit.

Ich habe in diesen Annalen 1829, 6. St. S. 202. versprochen, aus der Theorie der Zungenpfeife die Correction abzuleiten, welche angewendet werden müfste, um aus der Länge und dem Tone einer Zungenpfeife die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft und andern Gasen mit Genauigkeit zu messen.

Die Theorie hat uns nämlich zu der Formel geführt:

$$nn = n'n' + \frac{2g\mu kpn'}{\pi\varrho c} tang \frac{\pi l n'}{c}.$$

Je mehr sich der Werth des Bogens $\frac{\pi l n'}{c}$ einem Quadranten nähert, desto weniger unterscheidet sich $tang \frac{\pi l n'}{c}$ von $\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi l n'}{c}\right)^{-1}$, und setze ich für diese Fälle:

$$tang \frac{\pi l n'}{c} = \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi l n'}{c}\right)^{-1},$$

und schreibe der Kürze wegen a statt $\frac{2g\mu p}{\pi\varrho}$ so erhalte ich:

$$nn = n'n' + \frac{2akn'}{\pi(c - 2ln')}$$

$$c = 2ln' + \frac{2akn'}{\pi(nn - n'n')}.$$

Nun ist $c = 2ln'$ die Formel zur Berechnung der Geschwindigkeit des Schalles aus der Länge und dem Tone gedackter Pfeifen, folglich ist

$$\frac{2akn'}{\pi(nn - n'n)}$$

die bei der, aus Zungenpfeifen berechneten, Geschwindigkeit des Schalles anzubringende Correction.

Als Anwendung dieser Methode, die Geschwindigkeit des Schalles durch Zungenpfeifen zu bestimmen, wiederhole ich die in diesen Annalen 1829, 6. St. S. 203., mitgetheilte Tabelle von Versuchen, und füge eine neue Columne für die Correction $\frac{2akn'}{\pi(nn - n'n')}$ bei.

Länge der Luftsäule $=l$	Zahl der von d. Zungenpfeife ausgehenden Schallwellen. $=n'$	Geschwindigkeit des Schalls nach d. Theorie gedackter Pfeifen berechnet $=2ln'$.	Einfluſs der Platte $=\frac{2akn'}{\pi(nn-n'n')}$	Geschwindigkeit des Schalles nach d. Theorie der Zungenpfeifen $=2ln'+\frac{2akn'}{\pi(nn-n'n')}$	Geschwindigkeit des Schalles nach Laplace's Theorie.	Differenz.
110^{lin},0	676,0	1032^{F},7	33^{F},0	1065^{F},7	1066^{F},3	-0^{F},6
122 ,0	608,0	1030 ,4	27 ,0	1057 ,4	1066 ,3	-8 ,9
128 ,0	583,0	1036 ,6	25 ,1	1061 ,7	1066 ,3	-4 ,6

2) Messung des Luftdrucks in den Schallwellen, und der specifischen Wärme der elastischen Flüssigkeiten.

Es ist bekannt, daſs die genaue Messung der Geschwindigkeit des Schalles in der Luft und andern Gasen für die Untersuchung der Natur dieser Gase von äuſserster Wichtigkeit ist. Ich habe in dieser Beziehung, diese Annalen 1829, 6. St. S. 199., Dulong's Abhandlung »über die specifische Wärme der elastischen Flüssigkeiten« erwähnt, die seitdem in diesen Annalen 1829, 7. St. S. 438—479., ausführlich mitgetheilt worden ist. Die Resultate, zu denen sie geführt hat, haben eine groſse Lücke in der Wärmelehre ergänzt, und bilden einen der gröſsten Fortschritte, welche die Physik in den letzten Jahren gemacht hat. Die Methode, welche Dulong angewendet hat, um zu diesen Resultaten zu gelangen, beruhet einzig und allein auf einer genauen Messung der Geschwindigkeit des Schalles in den verschiedenen Gasarten, und deren Vergleichung mit der Theorie der Fortpflanzung des Schalles.

Die Theorie der Fortpflanzung des Schalles beruht aber auf dem Mariotte'schen Gesetze, daſs im Zustande des Gleichgewichts bei gleicher Temperatur in jedem Gase der Druck proportional der Dichtigkeit sey, welches hinreichend durch die Erfahrung bewährt worden ist, — und auf dem Laplace'schen Gesetze, daſs das Verhält-

nifs der *Druckszunahme* zur *Dichtigkeitszunahme* in *Schallwellen* constant und gröfser als das Verhältnifs des Drucks zur Dichtigkeit beim Gleichgewicht sey. Dieses Laplace'sche Gesetz, von so aufserordentlichem Nutzen es gewesen ist, und so wenig man daran zu zweifeln Ursache hat, hat doch nicht in der Art, wie das Mariotte'sche Gesetz, unmittelbar durch die Erfahrung nachgewiesen werden können. Zwar haben Clément und Desormes, Gay-Lussac und Welter Versuche zu seiner Bestätigung gemacht. In den *Schallwellen* wird nämlich die Luft sehr *schnell* comprimirt und dilatirt. Um einen ähnlichen Fall zu haben, wie in den Schallwellen, haben sie daher die Luft in einem Gefäfse durch *plötzlichen* Druck comprimirt und dilatirt; aber man hat doch kein Mittel gehabt, die Experimente in den *Schallwellen* selbst anzustellen, und in den *Schallwellen* selbst das Verhältnifs der Druckszunahme zur Dichtigkeitszunahme zu messen.

Die Zungenpfeife ist ein Druckmesser oder Barometer, welches in den Schallwellen selbst gebraucht werden kann, und welches sich darin von andern Barometern wesentlich unterscheidet, dafs diese die Gröfse eines gleichförmig fortdauernden Drucks, die Zungenpfeife aber die Gröfse eines, wie in den Schallwellen, periodisch wiederkehrenden Drucks mifst. Denn die Platte der Zungenpfeife befindet sich mitten in den Schallwellen, und bildet eine Wand, an welcher sich die Schallwellen brechen, und gegen welche die Schallwellen alle ihre Kraft ausüben. Es ist die abwechselnde Zunahme und Abnahme des Drucks der Luft in den Schallwellen, was die Platte in ihren Schwingungen *continuirlich* retardirt (siehe §. 8.), so dafs sie unter dem Einflusse der an sie anschlagenden Schallwellen langsamer schwingt, als wenn sie isolirt ist. Die Gröfse des Drucks der Schallwellen auf die Platte wird durch die Vertiefung des Tones der Zungenpfeife wirklich *gemessen*.

Es kann daher von den Zungenpfeifen eine Prüfung und Bestätigung des Laplace'schen Gesetzes, daſs das Verhältniſs der *Druckszunahme* zur *Dichtigkeitszunahme* in *Schallwellen* constant und gröſser als das Verhältniſs des Drucks zur Dichtigkeit beim *Gleichgewicht* ist, entnommen werden.

Je mehr von der Laplace'schen Theorie in andern physikalischen Untersuchungen Gebrauch gemacht, und je mehr auf sie gebaut wird, desto wünschenswerther ist es, daſs sie in jeder Beziehung gerechtfertigt werde. So lange die Laplace'sche Theorie nur in der Akustik benutzt, und bloſs auf die Geschwindigkeit des Schalles in der atmosphärischen Luft angewendet wurde, reichten die von Gay-Lussac und Welter zur Bestätigung des Laplace'schen Gesetzes angestellten Versuche aus. Dulong hat mit ihrer Hülfe auch alle andern Gase untersucht, und, dieser Theorie gemäſs, aus seinen Beobachtungen die *specifische Wärme* derselben gefolgert. Schon die Einfachheit der von Dulong entdeckten Gesetze, welche mit der Richtigkeit der Laplace'schen Theorie bestehen und vergehen, ist eine herrliche Bewährung der Theorie der Fortpflanzung des Schalles. Hätte Dulong die Geschwindigkeit des Schalles in den verschiedenen Gasen, statt mit andern Orgelpfeifen, mit unserer Zungenpfeife gemessen, so wäre man im Stande gewesen, aus diesen Versuchen doppelte Folgerungen zu ziehen, nämlich die *Geschwindigkeit* des Schalles, welche man mit Zungenpfeifen wenigstens gleich genau als mit den besten Orgelpfeifen bestimmt, und das Verhältniſs der *Druckszunahme* zur *Dichtigkeitszunahme* in *Schallwellen*, welches man weder durch andere Orgelpfeifen, noch auf irgend einem andern Wege erhält, und welches allein berechtigt, ohne Hypothese aus akustischen Versuchen Folgerungen über die *specifische Wärme* der elastischen Flüssigkeiten zu ziehen.

Die

Die Theorie der Zungenpfeifen hat uns zu der Gleichung geführt:

$$nn = n'n' + \frac{2g\mu kpn'}{\pi\varrho c} tang \frac{\pi ln'}{c},$$

woraus man, wenn man a statt $\frac{2g\mu p}{\pi\varrho}$ schreibt, für k folgenden Werth erhält:

$$k = \frac{(nn - n'n')c}{an' tang \frac{\pi ln'}{c}}.$$

Um ein Beispiel dieser doppelten Anwendung der Theorie der Zungenpfeifen zu geben, nämlich die *Geschwindigkeit* der Schallwellen ohne Voraussetzung der Laplace'schen Theorie, und die *specifische Wärme* der elastischen Flüssigkeiten zu messen, und durch beides die Laplace'sche *Theorie* zu bewähren, — wollen wir die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft aus frühern Versuchen nehmen, welche ich in diesen Annalen 1829, 7. St. S. 431., mitgetheilt habe, und wollen sie daraus nach Bernoulli's Methode berechnen. Die Versuche, welche wir auswählen wollen, seyen folgende sechs:

Schwingungen der Zungenpfeife.	Länge der Zungenpfeife.
721,9	$97^{lin.}$,6
681,5	103 ,4
670,5	109 ,6
700,0	310 ,5
679,4	329 ,0
638,3	348 ,4

woraus die Gröfse einer schwingenden Abtheilung gefunden wird

$$l = 328^{lin.},9 - 103^{lin.},7 = 225^{lin.},2,$$

und die Zahl der Schwingungen einer solchen Abtheilung in einer Secunde:

$$n = 680,0.$$

Die Geschwindigkeit des Schalles nach Bernoulli's Methode:

$$c = ln = 1063^{F.},5.$$

Da wir nun die Geschwindigkeit des Schalles als bekannt annehmen dürfen, so brauchen wir zur Berechnung des Factors k nur einen oder ein Paar Versuche aus den in der Tabelle, S. 229., zusammengestellten auszuwählen, um den Factor k daraus zu berechnen. Der Factor k ist aber der Differenz $nn - n'n'$ direct und der $tang \frac{\pi l n'}{c}$ umgekehrt proportional. Will man daher den Factor k aus diesen Versuchen mit einiger Genauigkeit erhalten, so mufs man einige solche Versuche aus der Tabelle, S. 229., auswählen, wo die Differenz $nn - n'n'$ von bedeutender Gröfse, und der Bogen $\frac{\pi l n'}{c}$ beträchtlich kleiner als ein Quadrant ist. Ich habe dazu den vierten Versuch mit der dritten Zungenpfeife, und den dritten Versuch mit der vierten Zungenpfeife gewählt, wo die Werthe von

$$n = \; 441{,}3 \quad n' = \; 330{,}6$$
$$1188{,}7 \qquad 1059{,}2$$

und die Winkel $\frac{\pi l n'}{c}$

$$70^\circ\, 43'\, 21''$$
$$77^\circ\, 11'\, 21''$$

sind. Aus diesen beiden Versuchen erhält man den Werth von k

$$k = 1{,}372.$$

Aus Gay-Lussac's und Welter's Versuchen hat Laplace nach *seiner Theorie* den Werth von k berechnet und gefunden: $k = 1{,}375.$

3) Theorie der Blaseinstrumente: der Clarinette, der Hoboe und des Fagotts.

Die Theorie der Blaseinstrumente, wie der Clarinette, der Hoboe und des Fagotts, zerfällt in zwei Ab-

theilungen: in die Untersuchung der Schwingungen von cylindrischen und conischen, mit Seitenöffnungen versehenen, *Luftsäulen*, und in die Untersuchung des Einflusses des *Mundstücks*. Die erstere Untersuchung führt dahin, dafs man eine Vergleichung der Luftsäulen dieser Blaseinstrumente mit cylindrischen Luftsäulen *ohne* Seitenöffnung, und eine Vergleichung der Luftsäulen der Clarinette, der Hoboe und des Fagotts mit den Luftsäulen der Zungenpfeifen von der Art, wie sie in diesen Annalen 1828, 11. St. und 1829, 6. St., beschrieben sind, anstellen kann. Die letztere Untersuchung aber, nämlich über den Einflufs des Mundstücks, hat sich bis jetzt nicht mit Genauigkeit machen lassen, und man hat daher noch zu keiner bestimmten theoretischen Ansicht über den Mechanismus dieser Instrumente, über den Zweck und Nutzen aller ihrer Theile, gelangen können. Es liegt in der Bauart dieser Instrumente, dafs nämlich das Rohrblatt oder die beiden Rohrblätter des Mundstücks blofs *angebunden* oder *zusammengebunden* sind, etwas so Unbestimmtes, dafs, so lange in dieser Befestigungsweise der Rohrblätter keine Aenderung getroffen wird, keine genaue Untersuchung des Einflusses des Mundstücks möglich ist. Sobald man aber die Rohrblätter in der Clarinette, in der Hoboe und in dem Fagott auf ähnliche Weise befestigt, wie die Platten in Zungenpfeifen, so gilt für den Einflufs dieser Rohrblätter dieselbe Theorie, wie für den Einflufs der Platten in den Zungenpfeifen, die ich in dieser Abhandlung aus einander gesetzt habe, und man hätte die Hoffnung, eine der schwierigsten und nützlichsten Aufgaben zu lösen, die man sich bei Anwendung der Theorie auf die Erfahrung vorsetzen kann, nämlich eine grofse Zahl musikalischer Instrumente nach eben so sichern theoretischen Grundsätzen als die optischen Instrumente zu erbauen.

4) Compensation der Zungenpfeifen in Beziehung auf die Wärme.

Ich habe aufser der in diesen Annalen 1828, 11. St., mitgetheilten Compensation der Zungenpfeifen eine *neue* Compensation der Zungenpfeifen gefunden, die von der erstern ganz verschieden ist. Diese zweite Compensation betrifft die *Temperatur*, dafs nämlich eine Reihe von Zungenpfeifen, welches auch ihre gemeinschaftliche Temperatur seyn mag, ihre Schwingungsverhältnisse unveränderlich erhalten, und nie eine *Verstimmung* der Tonverhältnisse durch die *Temperatur* bei ihnen veranlafst wird. Die Bedingung zur Herstellung dieser Compensation steht in keinem Widerspruche mit der Bedingung zur Herstellung der in diesen Annalen 1828, 11. St., angegebenen Compensation. Man kann daher solche *doppelt* compensirte Zungenpfeifen für alle Töne unserer Scale construiren.

Und diese Compensation der Zungenpfeifen läfst sich nicht blofs auf Instrumente von der Vollkommenheit, wie ich sie habe arbeiten lassen, sondern auf alle vorhandenen, zu dieser Classe gehörigen Instrumente, z. B. auf das Fagott, die Hoboe und die Clarinette anwenden, sobald in diesen Instrumenten statt des gewöhnlich angebundenen Rohrblatts eine Platte aus Metall, Elfenbein oder auch Rohr, von gleichförmiger oder ungleichförmiger Dicke, aber mit ihrem einen Ende nicht mit einem Faden *angebunden*, sondern in der Art wie bei Zungenpfeifen *fest geschraubt* oder *fest geklemmt*, substituirt wird.

Ich kann nicht blofs die Regeln zur Verfertigung einer Reihe von Zungenpfeifen angeben, die bei allen Temperaturen *unveränderliche* Tonverhältnisse bilden, so dafs ein aus ihnen zusammengesetztes Register Winter und Sommer gleich rein seyn würde (was bei allen bisherigen Zungenwerken nicht der Fall ist), sondern ich kann auch bei jedem gegebenen Instrumente, zum Bei-

spiel, Hoboe, Fagott, Clarinette (mit ordentlich befestigten Platten), für alle Töne die *Aenderungen* ihrer Intervalle bei Aenderung der Temperatur durch meine Theorie voraus bestimmen.

Die Theorie der Zungenpfeifen hat uns zu der Gleichung geführt:

$$nn = n'n' + \frac{akn'}{c} tang \frac{\pi l n'}{c}.$$

Wenn n' blofs vermöge einer Temperaturerhöhung zunimmt, und der Ton der Zungenpfeife höher wird, so giebt der Werth von $\frac{dn'}{n'}$ für die Zunahme dt der Temperatur t die Gröfse des Intervalls des jetzigen und frühern Tones.

Für eine Zunahme dc von c erhält man, wenn man der Kürze wegen

$$A \text{ für } \frac{ak}{cc}\left(tang \frac{\pi l n'}{c} + \frac{\pi l n'}{c} sec^2 \frac{\pi l n'}{c}\right)$$

schreibt, folgenden Werth für $\frac{dn'}{n'}$

$$\frac{dn'}{n'} = \frac{A dc}{Ac + 2n'}$$

Aus Laplace's Theorie der Fortpflanzung des Schalles durch atmosphärische Luft, findet man:

$$dc = \frac{1,89 \,.\, dt}{\sqrt{1 + 0,00375 \,.\, t}};$$

folglich:

$$\frac{dn'}{n'} = \frac{1,89 \,.\, dt}{\sqrt{1 + 0,00375 \,.\, t}} \cdot \frac{A}{Ac + 2n'}$$

Die Töne aller Zungenpfeifen, welche so construirt sind, dafs für alle

$$\frac{A}{Ac + 2n'} = Const. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

ist, bilden bei allen Temperaturen gleiche Intervallen. Ist aber der Werth von $\frac{A}{Ac + 2n'}$,

bei einer höheren Zungenpfeife $=\alpha$

bei einer tieferen Zungenpfeife $=\beta$,

so nimmt ihr Intervall $=v$, bei jeder Temperaturerhöhung $=dt$, zu oder ab, und zwar ist:

$$dv = v(\alpha - \beta)\frac{1,89 \,.\, dt}{\sqrt{1 + 0,00375 \,.\, t}} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Aus der Gleichung (1) lassen sich die Dimensionen einer Reihe von Zungenpfeifen, die in Hinsicht auf die Wärme *compensirt* seyn sollen, berechnen. Aus der Gleichung (2) läfst sich die *Verstimmung* berechnen, welche das Intervall zweier beliebiger Zungenpfeifen bei jeder Temperaturänderung erleidet. Man sieht leicht ein, dafs sich diese beiden Gleichungen in die Praxis einführen, und mit hinreichender Genauigkeit auf die Clarinette, die Hoboe und auf das Fagott anwenden lassen, wenn in denselben die Rohrblätter auf ähnliche Weise wie die Platten in Zungenpfeifen befestigt sind.

II. *Beitrag zur Beantwortung der Frage, ob Chlor, Jod und mehrere andere Metalloïde säuren- und basenbildende Körper, wie der Sauerstoff seyen; von P. A. von Bonsdorff.*

(Fortsetzung.)

Chloro-Hydrargyrias Cericus bildet kubische luftbeständige Krystalle. Was ich über die drei letzten Salze gesagt habe, gründet sich nur auf meine älteren Versuche, von welchen die Tagebücher verloren gegangen sind.

Chloro-Hydrargyrias Manganosus. Wenn eine auf gewöhnliche Weise mit Quecksilberchlorid gesättigte Auflösung von Manganchlorür, einer freiwilligen Verdunstung an trockner Luft überlassen, oder besser noch, unter die Evaporationsglocke gestellt wird, so schiefsen zuerst immer niedrige rhombische Prismen oder Tafeln an, welche nichts als Quecksilberchlorid enthalten. Die von ihnen abgesonderte Lösung, auf gleiche Weise weiter verdunstet, setzt späterhin schöne grofse durchsichtige Krystalle von hellrother Farbe ab. Ihre Krystallform ist ein rhombisches Prisma, wie Fig. 13. Taf. 1., an welchem der Winkel m zu $m = 86\frac{1}{2}$ bis $87°$, und a zu a ungefähr $114°$. Auch kommen abgeleitete Formen von diesem, 6, 8 und 10seitige Prismen, vor. Die Krystalle halten sich ziemlich gut, wenn die Luft etwas trocken ist, z. B. zur Winterszeit im Zimmer; aber im Sommer zerfliefsen sie schnell, und sie lassen sich schwerlich handhaben, ohne nicht durch die Feuchtigkeit des Athmens zu schmelzen anzufangen. In der Evaporationsglocke aufbewahrt, fangen sie bald an ihr Krystallwasser zu verlieren, und endlich verwittern sie durch ihre ganze Masse. Die Analyse wurde mit 0,867 Grm. auf gewöhnliche Weise unternommen, nur wurde ein Sublimirkolben von kleineren

Kolben angewandt, damit der Zutritt der Luft vermindert und solchergestalt eine Zersetzung des Manganchlorids gehindert ward. Das Resultat war folgendes:

		Chlor.	Berechn. Result.
Quecksilberchlorid	57,60	14,92	57,77
Manganchlorür	26,15	14,49	27,00
Wasser	16,25		15,23
	100,00		100,00

und die Formel:

$$MnCl + HgCl + 4\,Aq.$$

Chloro-Hydrargyrias Zincicus. Zinkchlorid, mit Quecksilberchlorid gesättigt, setzt, eben so wie das vorhergehende Salz, zuerst Quecksilberchlorid in rhombischen Prismen ab. Wenn die Verdunstung freiwillig geschieht, so sind diese ausgezeichnet wohl ausgebildet, und sie verdienen gewifs die Aufmerksamkeit Derer, welche die Krystallisation des genannten Chlorids zu studiren wünschen. Die davon abgegossene Flüssigkeit krystallisirt träge, selbst in der Evaporationsglocke, und hinterläfst zuweilen prismatische Nadeln, zuweilen prismatische Tafeln, welche sehr zerfliefslich sind.

Chloro-Hydrargyrias Ferrosus. Eisenchlorür (in grünen rhombischen Prismen krystallisirt, und dem sogenannten salzsauren Eisenoxydul entsprechend) in Wasser aufgelöst, nimmt leicht Quecksilberchlorid auf, und setzt gewöhnlich, wie die Zink- und Mangansalze, zuerst eine Portion Quecksilberchlorid krystallisirt ab. Die davon abgegossene Lösung giebt, unter der Evaporationsglocke, schöne honiggelbe rhombische Prismen, welche hinsichtlich der primitiven und secundären Flächen isomorph sind mit dem Mangansalze. Die Krystalle halten sich schwerlich an der Luft, es sey denn in einer ungewöhnlich trocknen; beim gewöhnlichen Hygrometerstand zerfliefsen sie und erleiden zugleich eine langsame Zersetzung, wobei sich ein gelbbraunes Pulver absetzt. Da die Krystallisation iso-

II. *Beitrag zur Beantwortung der Frage, ob Chlor, Jod und mehrere andere Metalloïde säuren- und basenbildende Körper, wie der Sauerstoff seyen; von P. A. von Bonsdorff.*

(Fortsetzung.)

Chloro-Hydrargyrias Cericus bildet kubische luftbeständige Krystalle. Was ich über die drei letzten Salze gesagt habe, gründet sich nur auf meine älteren Versuche, von welchen die Tagebücher verloren gegangen sind.

Chloro-Hydrargyrias Manganosus. Wenn eine auf gewöhnliche Weise mit Quecksilberchlorid gesättigte Auflösung von Manganchlorür, einer freiwilligen Verdunstung an trockner Luft überlassen, oder besser noch, unter die Evaporationsglocke gestellt wird, so schieſsen zuerst immer niedrige rhombische Prismen oder Tafeln an, welche nichts als Quecksilberchlorid enthalten. Die von ihnen abgesonderte Lösung, auf gleiche Weise weiter verdunstet, setzt späterhin schöne groſse durchsichtige Krystalle von hellrother Farbe ab. Ihre Krystallform ist ein rhombisches Prisma, wie Fig. 13. Taf. 1., an welchem der Winkel *m* zu $m = 86\frac{1}{2}$ bis 87°, und *a* zu *a* ungefähr 114°. Auch kommen abgeleitete Formen von diesem, 6, 8 und 10seitige Prismen, vor. Die Krystalle halten sich ziemlich gut, wenn die Luft etwas trocken ist, z. B. zur Winterszeit im Zimmer; aber im Sommer zerflieſsen sie schnell, und sie lassen sich schwerlich handhaben, ohne nicht durch die Feuchtigkeit des Athmens zu schmelzen anzufangen. In der Evaporationsglocke aufbewahrt, fangen sie bald an ihr Krystallwasser zu verlieren, und endlich verwittern sie durch ihre ganze Masse. Die Analyse wurde mit 0,867 Grm. auf gewöhnliche Weise unternommen, nur wurde ein Sublimirkolben von kleineren

Kolben angewandt, damit der Zutritt der Luft vermindert und solchergestalt eine Zersetzung des Manganchlorids gehindert ward. Das Resultat war folgendes:

		Chlor.	Berechn. Result.
Quecksilberchlorid	57,60	14,92	57,77
Manganchlorür	26,15	14,49	27,00
Wasser	16,25		15,23
	100,00		100,00

und die Formel:

$$MnCl + HgCl + 4\,Aq.$$

Chloro-Hydrargyrias Zincicus. Zinkchlorid, mit Quecksilberchlorid gesättigt, setzt, eben so wie das vorhergehende Salz, zuerst Quecksilberchlorid in rhombischen Prismen ab. Wenn die Verdunstung freiwillig geschieht, so sind diese ausgezeichnet wohl ausgebildet, und sie verdienen gewifs die Aufmerksamkeit Derer, welche die Krystallisation des genannten Chlorids zu studiren wünschen. Die davon abgegossene Flüssigkeit krystallisirt träge, selbst in der Evaporationsglocke, und hinterläfst zuweilen prismatische Nadeln, zuweilen prismatische Tafeln, welche sehr zerfliefslich sind.

Chloro-Hydrargyrias Ferrosus. Eisenchlorür (in grünen rhombischen Prismen krystallisirt, und dem sogenannten salzsauren Eisenoxydul entsprechend) in Wasser aufgelöst, nimmt leicht Quecksilberchlorid auf, und setzt gewöhnlich, wie die Zink- und Mangansalze, zuerst eine Portion Quecksilberchlorid krystallisirt ab. Die davon abgegossene Lösung giebt, unter der Evaporationsglocke, schöne honiggelbe rhombische Prismen, welche hinsichtlich der primitiven und secundären Flächen isomorph sind mit dem Mangansalze. Die Krystalle halten sich schwerlich an der Luft, es sey denn in einer ungewöhnlich trocknen; beim gewöhnlichen Hygrometerstand zerfliefsen sie und erleiden zugleich eine langsame Zersetzung, wobei sich ein gelbbraunes Pulver absetzt. Da die Krystallisation iso-

klärt sich dadurch, dafs alle Verbindungen des Platinchlorids mit elektropositiven Chloriden eine sehr gelbe Farbe besitzen, welche auch nicht ohne Wirkung auf den Farbestoff bleiben kann. Diese Erklärung wird um so annehmlicher, als das Nickelchlorid, dessen Verbindung mit dem Platinchlorid, wie wir weiterhin sehen werden, grünlich ist, die blaue Farbe des Lackmus vollkommen wieder herstellt.

Die Verbindungen des Platinchlorids mit Kaliumchlorid und mit Natriumchlorid sind ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung nach bekannt; auch die Verbindungen des ersteren Chlorids mit Barium- und Calciumchlorid sind nicht unbekannt, obgleich wenig oder gar nicht näher untersucht. Aus dem Folgenden wird sich zeigen, dafs das Platinchlorid mit den Chloriden aller elektropositiven Metalle verbunden werden kann.

Chloro-Platinas Baryticus. Wenn man Platinchlorid in Wasser gelöst, mit Bariumchlorid, am besten mit etwas überschüssigem, vermischt, und die Mischung einer freiwilligen Verdunstung überläfst, so schiefst die Verbindung in gelben prismatischen Krystallen an, die sich leicht von dem überschüssig zugesetzten Bariumchlorid trennen lassen, wenn man das Gemenge in sehr wenig Wasser auflöst, wobei der genannte Ueberschufs ungelöst zurückbleibt. Eine nochmalige Wiederholung dieser Operation giebt das Salz viel reiner. So lange von dem letzteren Chlorid etwas eingemengt ist, hat das Salz eine hellgelbe Farbe; wenn es aber davon befreit ist, schiefst es in regelmäfsigen, hoch orangengelben Krystallen an, welche an Farbe und Gestalt dem natürlichen chromsauren Bleioxyd gleichen, und rhombische Prismen von sehr nahe 107° und 73° bilden. Das Salz hält sie gut an der Luft. In einer Wärme von 70° verwittert es und zerfällt zu einem Pulver von trüber Farbe; es scheint indefs hiebei nicht alles Wasser zu verlieren, sondern dazu einen höheren Wärmegrad nöthig zu haben.

Die Analyse dieses Salzes wurde mit 1,046 Grm. unternommen. Das Salz wurde bei einer sehr gelinden und gleichförmigen Temperatur in einem kleinen Platintiegel erhitzt, wobei sein Gewicht bis auf 0,900 Grm. abnahm, ohne dafs es sich durch eine fernere, eben so starke Erwärmung weiter verändert hätte. Das Gewicht des verjagten Wassers war also 0,146 Grm. Der Rückstand wurde nun über einer Weingeistlampe in einem bedeckten Platintiegel stark geglüht, wodurch es sich auf 0,653 Grm. reducirte. Darauf gegossenes Wasser löste das Bariumchlorid auf, welches, nach Auflösung und Glühung, 0,351 Grm. wog. Das vom Warser Ungelöste war metallisches Platin und wog 0,302 Grm. Zieht man 0,653 von 0,900 ab, so bleiben 0,247 Grm. für das, was sich beim Glühen verflüchtigte; aber 302 Th. Platin verbinden sich mit 227 Th. Chlor; woraus sich deutlich ergiebt, dafs eine Portion Platinchlorid mit dem Chlorgase fortgegangen ist, welches Verhalten ich auch bei andern Versuchen bestätigt gefunden habe. Das richtige Gewicht des Platinchlorids mufs deshalb seyn 0,302 + 0,247 = 0,549 Gramm, welche 0,233 Grm. Chlor enthalten, und die Analyse giebt dann folgendes Resultat:

		Chlor.	Berechnet. Resultat.
Platinchlorid	52,48	22,28	54,56
Bariumchlorid	33,56	11,43	33,75
Wasser	13,96		11,69
	100,00		100,00.

und die Formel für die Zusammensetzung dieses Salzes wird:

$$\mathrm{Ba\,Cl + Pt\,Cl^2 + 4\,Aq.}$$

Chloro-Platinas Stronticus. Diefs Salz erhält man aus Platinchlorid und Strontiumchlorid, auf gleiche Weise wie es beim Bariumsalze gesagt ist. Es ist ein im höchsten Grade im Wasser leichtlösliches Salz, das in rhombischen Prismen krystallisirt, an denen der eine bestim-

mende Winkel ungefähr 93° beträgt; gewöhnlich aber bildet es eine feinstrahlige, ja oft sogar (in tieferen Lösung abgedunstet) eine erstarrte, schwach krystallinische Masse. Es hält sich wohl an der Luft, verwittert aber in der Wärme. Die Analyse dieses Salzes wurde mit 0,556 Grm. angestellt, auf folgende für diese Art von Salzen ohne Zweifel zweckmäſsigste Weise. Das Salz wurde in einen kleinen aus einer Glasröhre vor der Lampe geblasenen Apparat, mit einer Kugel in der Mitte, eingelegt und gewogen, darauf ein durch Calciumchlorid getrockneter Strom von Wasserstoffgas durch den Apparat geleitet, und nun das Salz in der Kugel gelinde mit einer Weingeistlampe erhitzt, so lange als sich noch Salzsäure bildete, was mit Lackmuspapier beobachtet wurde. Der Rückstand wurde gewogen, und durch Auflösung in Wasser das Strontiumchlorid vom metallischen Platin getrennt. Nachdem dann aus dem Platin das Gewicht seines Chlorids berechnet worden, war das Fehlende das Wasser. Das Resultat der Analyse war dann folgendes:

		Chlor.	Berechnet. Resultat.
Platinchlorid	52,52	22,29	52,64
Strontiumchlorid	24,64	10,99	24,81
Wasser	22,84		22,55
	100,90		100,00.

und die Formel wird;

$$Sr\mathrm{Cl} + Pt\mathrm{Cl}^2 + 8\,Aq.$$

Chloro-Platinas Calcicus. Wenn Chlorcalcium und Platinchlorid vermischt und einer freiwilligen Verdunstung in trockner Luft ausgesetzt worden, so schieſst die Verbindung theils in dendritischen Krystallen an, wie sie der Salmiak zuweilen bildet, theils auch gesteht die Lösung zu einer zähen gelatinösen und durchsichtig brandgelben Masse. Dieſs geschieht, wenn die Lösung mehr neutral ist, auch wenn das Platinchlorid vorwaltet. Um dieses Salz deutlicher krystallisirt zu erhalten, muſs das Cal-

ciumchlorid in Ueberschufs zugesetzt werden. Läfst man dann das Gemenge in gelinder Wärme abdunsten und erkalten, so krystallisirt sowohl Calciumchlorid als Platinchlorid; nimmt man das Gemenge heraus und läfst es auf Fliefspapier liegen, so zerfliefst das Calciumchlorid und wird vom Papier aufgesogen, während das Platinsalz zurückbleibt. Einmal wurde dieses Salz in kleinen rhombischen Prismen erhalten. Wenn man das Salz durch gelinde Erhitzung von seinem Krystallwasser befreit, so erhält man ein mattes gelbes Pulver, welches, der Luft ausgesetzt, sein Krystallwasser wieder anzieht. Die Analyse dieses Salzes wurde eben so wie die des Bariumsalzes angestellt, und obgleich die Wassermenge bei dem einzigen Versuche, den ich unternahm, nicht recht genau bestimmt wurde, so zeigt er doch, dafs das Platinchlorid doppelt so viel Chlor als das Calciumchlorid enthält, und dafs das Gewicht des Wassers über 20 Procent beträgt. Die Formel für dieses Salz dürfte also werden:

$$Ca€l + Pt€l^2 + 8 Aq.$$

Chloro-Platinas Magnesicus. Diese Verbindung bildet nebst den folgenden Chloroplatinaten eine ganz interessante Reihe von Salzen, von sämmtlich isomorpher Krystallform, und, wie es scheint, auch von völlig gleichartiger chemischer Constitution. Der Hauptsache nach stimmen sie auch, wenigstens die meisten von ihnen, in ihren übrigen Charakteren überein, so dafs, wenn ein Salz bekannt ist, man auch die übrigen kennt. Man erhält sie leicht, wenn man Platinchlorid, aufgelöst in Wasser, mit dem elektropositiven Chloride vermischt und das Gemenge einer freiwilligen Verdunstung an der Luft aussetzt. Dabei schiefst die Verbindung bald an, und leicht unterscheidet sie sich durch ihr eigenthümliches Ansehen von ihren beiden etwa in Ueberschufs hinzugesetzten Bestandtheilen. Uebrigens influiren besondere Umstände, wie die Beimengung des einen oder andern Bestandtheils, und besonders die Temperatur und der Feuchtigkeitszustand

der Luft, auf die Weise, wie das Salz anschiefst. Zuweilen bildet es reguläre sechsseitige Prismen, abgeleitet von einem Rhomboëder von beinahe 130°; zuweilen schiefsen blofs Krystallnadeln an, und sehr oft zusammenhängende seideglänzende Strahlenbüschel. Im Allgemeinen schiefsen diese, in Wasser leichtlöslichen, Salze auf die zweite zuletzt genannte Weise an, wenn ihre Lösung keinen Ueberschufs von jedem Bestandtheil enthält und die Luft trocken ist, im entgegengesetzten Falle aber auf die zuerst genannte Weise.

Das Magnesiumsalz bildet ein schönes goldgelbes Salz, welches sich unverändert an der Luft hält, und auch eine gelinde Wärme ohne zu verwittern erträgt. Erhitzt man es etwas stärker, so fängt das Krystallwasser an zu verfliegen, und das Salz bildet ein Pulver von einer trüben gelbbraunen Farbe, welches die bemerkenswerthe Eigenschaft besitzt, dafs es an der Luft in Kurzem seinen vollen Gehalt an Krystallwasser wieder anzieht, und dabei eine zusammenhängende Masse von der früheren gelben Farbe bildet. Uebergiefst man das genannte erhitzte Pulver mit einer Portion Wasser, so nimmt es dieselbe unter einer bedeutenden Wärmeentwickelung auf.

Die Analyse des genannten, durch wiederholte Krystallisationen gereinigten, Salzes wurde mit 1,095 Grm. in feinen Strahlen, die durch gelinde Erwärmung von ihrer hygroskopischen Feuchtigkeit befreit worden, unternommen. Das Salz wurde in einem kleinen Platintiegel, der auf einer kleinen Sandkapelle in einer gleichförmigen mäfsigen Wärme stand, so lange erhitzt, bis das Gewicht endlich 0,940 Grm. betrug, worauf durch eine fernere Erhitzung bei demselben Wärmegrad keine weitere Veränderung eintrat. Als dieser Rückstand einen Tag lang an der Luft (im Sommer) stehen gelassen wurde, ging das Gewicht, in Folge der erwähnten Eigenschaft, auf 1,095 Grm. zurück. Nachdem das Wasser durch

eine gelinde Erwärmung abermals fortgetrieben war, wurde das Salz in einem bedeckten Platintiegel einer anhaltenden Glühhitze ausgesetzt, wodurch das Gewicht allmälig bis zu 0,472 Grm. hinunter ging. Die Masse wurde mit Salzsäure übergossen, welche die gebildete Talkerde auflöste, und 0,380 Grm. metallischen Platins zurückliefs. Da die Auflösung noch eine deutlich gelbe Farbe besafs, so war in derselben ein geringer Gehalt von Platin zu vermuthen, und deshalb wurde sie zur Trockne verdunstet und, unter bisweiligem Oeffnen des Tiegels, stark geglüht. Nach Auflösung in Salzsäure blieb eine geringe Portion metallischen Platins ungelöst; allein da die Auflösung noch ihre gelbe Farbe behalten hatte, so wurde die Verdunstung und das Glühen wiederholt, und der Rückstand noch einmal derselben Operation unterworfen. Endlich blieben nach starkem Glühen 0,090 Grm. zurück, welche, mit Schwefelsäure übergossen, nebst dem früher Abgeschiedenen, 0,005 Grm. Platin ungelöst hinterliefsen. Den Rest oder 0,085 Grm. macht die Talkerde aus, entsprechend 0,198 Grm. Magnesiumchlorid. Da das erhaltene metallische Platin =0,385 Grm. aufnimmt 0,284 Grm. Chlor, so wird das Gewicht des Platinchlorids 0,669 Grm. und die Wassermenge, bestimmt aus dem Verlust, =0,228 Gramm. Das Resultat der Analyse wird also auf 100 Th.

		Chlor.	Berechnet. Resultat
Platinchlorid	61,09	25,93	62,20
Magnesiumchlorid	18,08	13,32	17,80
Wasser	20,83		20,00
	100,00		100,00

in Folge dessen die chemische Constitution dieses Salzes durch die Formel

$$Mg\,Cl + Pt\,Cl^2 + 6\,Aq.$$

ausgedrückt wird.

Aus obiger Analyse ergiebt sich, dafs das Salz bei Erhitzung zwei Drittel seines Krystallwassers verliert, und dafs

dafs folglich das gelbbraune Pulver, welches die Eigenschaft besitzt, seinen früheren Wassergehalt wieder anzuziehen, eine Verbindung ist, ausgedrückt durch die Formel:

$$MgCl + PtCl^2 + 2 Aq.$$

Chloro-Platinas Manganosus. Diefs Salz ist dem Magnesiumsalze ähnlich und unterscheidet sich von ihm nur durch eine dunklere gelbe Farbe, so wie dadurch, dafs das Pulver, welches nach Vertreibung des Krystallwassers durch Wärme zurückbleibt, eine helle citronengelbe Farbe besitzt. Die Analyse dieses Salzes wurde auf folgende Weise bewerkstelligt.

In die Kugel eines aus einer Glasröhre von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser geblasenen Kolbens, wurde eine Portion des Salzes =0,834 Grm. eingelegt. Die Kugel wurde gelinde erhitzt und das im oberen Theil des Kolbens abgesetzte Wasser durch Erwärmung ausgetrieben oder mit Fliefspapier fortgenommen. Nachdem alles Wasser vertrieben worden war, wurde die Kugel bis zum starken Glühen erhitzt, und dieses ununterbrochen fortgesetzt (um den Zutritt der Luft und dadurch die Zersetzung des Manganchlorüs zur verhindern) bis keine Gasentwicklung mehr stattfand, wo dann der Rückstand 0,474 Grm. wog. Da sich im oberen Theil des Kolbens etwas eines rothen Sublimats abgesetzt hatte, so wurde der Hals abgeschnitten und das Gewicht des Sublimats bestimmt, das indefs nur 2 Milligrm. ausmachte. Der Rückstand in der Kugel, 0,472 Grm. betragend, wurde, durch Auflösen in Wasser und Verdunsten der Lösung zur Trockne, in 0,192 Grm. wasserfreien Manganchlorürs und 0,280 Grm. metallischen Platins zerfällt; letztere nehmen 0,207 Grm. Chlor auf, und entsprechen also, mit der geringen Menge Sublimat, 0,489 Grm. Platinchlorid. Wenn man diese Quantitäten in Procente verwandelt und das Wasser, wie zuvor, aus dem Verlust bestimmt, so entsteht folgendes Resultat:

		Chlor.	Berechnet. Resultat.
Platinchlorid	58,63	24,89	58,78
Manganchlorür	23,02	12,75	22,34
Wasser	18,35		18,88
	100,00		100,00

und die Formel, die damit übereinstimmt, wird:

$$MnCl + PtCl^2 + 6 Aq.$$

Chloro-Platinas Ferrosus. Diefs Salz wird auf dieselbe Weise wie die vorhergehenden erhalten; allein wegen seiner Eigenschaft, sich an der Luft sehr bald zu zersetzen, und sowohl auf der Oberfläche der Krystalle, als auch in der Lösung ein rostbraunes Pulver abzusetzen, ist es am gerathensten, dasselbe im Vacuo oder in der Evaporationsglocke abzudunsten. Uebrigens ist die Farbe des Salzes dunkelgelb, und bei Zersetzung wird sie noch dunkler. Die Analyse dieses Salzes wurde mit 1,454 Grm. strahliger Krystalle, die nach schnellem Anschiefsen eilig zwischen Fliefspapier getrocknet worden waren, bewerkstelligt. Das Salz wurde in Wasser gelöst und mit einer Lösung von Kaliumchlorid vermischt. Das gefällte Kalium-Chloroplatinat wurde auf ein Filtrum gebracht, mehrmals mit wenigem Wasser gewaschen und getrocknet. Die durchgegangene Lösung und das Waschwasser wurden zur Trockne verdunstet, und der Rückstand unter Umrühren mit Alkohol digerirt, und filtrirt. Zu dem vom Alkohol Ungelösten würde ein wenig Wasser hinzugesetzt, welches das überschüssige Kaliumchlorid auflöste und eine Portion des letztgenannten Chloroplatinat ungelöst liefs, welches mehrmals mit einigen Tropfen Wasser gewaschen und getrocknet wurde. So wurden von diesem Salze im Ganzen 1,272 Grm., entsprechend 0,879 Gramm Platinchlorid, erhalten. Die alkoholische Lösung, welche das Eisenchlorid enthielt, wurde abgedunstet, mit Salzsäure versetzt, mit Wasser verdünnt und darauf mit kaustischem Ammoniak gefällt. Der Niederschlag gab,

geglüht, 0,193 Grm. Eisenoxyd, entsprechend 0,310 Th. Eisenchlorür; und, wenn also die fehlenden 0,265 Grm. für Wasser genommen werden, entsteht folgendes Resultat:

		Chlor.	Berechnet. Resultat.
Platinchlorid	60,45	25,66	59,05
Eisenchlorür	21,32	12,09	21,98
Wasser	18,23		18,97
	100,00		100,00.

Diese Zusammensetzung ist also der des isomorphen Magnesium- und des Mangansalzes analog, wie sich näher aus der Formel

$$\text{Fe€l} + \text{Pt€l}^2 + 6\,\text{Aq}.$$

ergiebt.

Aus den Analysen, die mit diesen drei isomorphen Salzen angestellt worden sind, ist man wohl mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit berechtigt, bei allen übrigen, vollkommen auf dieselbe Weise krystallisirenden, Salzen, die wir nun betrachten werden, eine ähnliche Zusammensetzung vorauszusetzen.

Chloro-Platinas Zincicus. Wenn man eine concentrirte Lösung von Platinchlorid mit einer ebenfalls gesättigten Lösung von Zinkchlorid vermischt, so verbinden sich diese Körper unter einer bedeutenden Wärmeentwicklung, und es setzt sich sogleich ein strahliges gelbes Salz ab. Setzt man etwas Wasser hinzu, so lösen sich die Strahlen auf, und, bei freiwilliger Verdunstung, krystallisirt das Salz wieder heraus, wie die vorhergehenden. In den gewöhnlichen Strahlenbüscheln angeschossen, besitzt das Salz einen Seidenglanz von schönster goldgelber Farbe, welche sich unverändert an der Luft hält. Aus dem angeführten Grunde können wir annehmen, die Zusammensetzung desselben sey der Formel gemäfs:

$$\text{Zn€l} + \text{Pt€l}^2 + 6\,\text{Aq}.$$

Chloro-Platinas Cadmicus gleicht in seinem Ver-

halten den vorhergehenden, und in seiner Farbennüance am meisten dem Mangansalze. Da es isomorph mit denselben ist, so bezeichnen wir seine Zusammensetzung mit der Formel:

$$CdCl + PtCl^2 + 6Aq.$$

Chloro-Platinas Cobalticus stimmt mit den vorhergehenden in jeder Hinsicht überein, bis auf die Farbe, die etwas dunkler ist. Seine chemische Zusammensetzung werden wir folglich durch die Formel

$$CoCl + PtCl^2 + 6Aq.$$

ausdrücken können.

Chloro-Platinas Niccolicus. Ist ein in seinen Charakteren den vorhergehenden völlig ähnliches Salz, bis auf die Farbe, die grünlichgelb ist. Durch freiwillige Verdunstung habe ich dasselbe mehrmals hinter einander in Strahlform und in sechsseitigen Prismen erhalten. Wir drücken seine Zusammensetzung durch die analoge Formel aus:

$$NiCl + PtCl^2 + 6Aq.$$

Chloro-Platinas Cupricus gleicht den vorhergehenden und an Farbe auch dem Nickelsalze, obgleich die Farbe des Kupfersalzes dunkler grün, fast hell olivengrün ist. Es hält sich in warmer Winterluft, zerfliefst aber in einer weniger trocknen oder in Sommerluft, und wird daher am besten unter der Evaporationsglocke krystallisirt erhalten, obgleich es, wenn es längere Zeit in derselben bleibt, anfängt zu verwittern und dann eine matte, grünlichgraue Farbe bekommt. Einst erhielt ich dieses Salz in schönen sechsseitigen Prismen, wie gewöhnlich, mit den Endflächen eines Rhomboëders; aber bei mehreren späteren Versuchen konnte ich das Salz nur in Strahlen und Strahlenbüscheln erhalten. Die Formel, welche die Zusammensetzung dieses Salzes ausdrückt, kann keine andere seyn, als die:

$$CuCl + PtCl^2 + 6Aq.$$

Chloro-Aurate.

Die Verbindungen des Goldchlorids mit Kaliumchlorid und mit Natriumchlorid sind schon bekannt, und ihre Zusammensetzung ist durch Analysen bestimmt, die des ersten durch Javal, die des letzteren durch Figuier. Aus dem Folgenden werden wir ersehen, dafs das Goldchlorid, wie das Quecksilberchlorid und Platinchlorid, auch mit den Chloriden der übrigen elektropositiven Metalle krystallisirende Verbindungen eingehen kann.

Diese Salze erhält man leicht, wenn man eine Lösung der krystallisirenden Verbindung, die das Goldchlorid mit Chlorwasserstoffsäure bildet, mit einer Auflösung des Chlorids von einem andern Metalle, am besten etwas in Ueberschufs, vermischt, und die Mischung einer gelinden Wärme aussetzt, bis das Salz eingetrocknet und die Salzsäure fortgegangen ist. Nach Auflösung in Wasser wird das Salz leicht krystallisirt erhalten, zuweilen durch freiwillige Verdunstung (wenn die Verbindung nicht zerfliefslich ist, oder richtiger gesprochen, wenn die Luft so trocken ist wie warme Winterluft), aber am sichersten durch Verdunstung unter der Evaporationsglocke. Die abgesetzten Krystalle werden von dem überschüssigen Chloride leicht abgeschieden, und können dann durch wiederholte Krystallisation gereinigt werden. Alle diese Salze sind leicht löslich in Wasser, und lassen sich auch in Alkohol lösen.

Chloro-Auras Baryticus bildet ein gelbes Salz, in niedrigen rhombischen Prismen oder Tafeln, an denen der stumpfe Winkel 105°· beträgt. Das Salz hält sich nur in trockner Luft und wird feucht in gewöhnlicher.

Chloro-Auras Stronticus ist ein gelbes Salz, das in rhombischen, luftbeständigen Prismen anschiefst.

Chloro-Auras Calcicus. Diefs Salz schiefst in langen rhombischen Prismen an, welche gewöhnlich in der Breite zusammenwachsen und eine strahlige Krystallisation bilden. Das Salz hält sich in trockner Luft, zer-

fliefst aber in einer weniger trocknen. Mit 0,562 Grm. dieses Salzes, die in die Kugel eines aus einer dünnen Glasröhre geblasenen Kolbens eingelegt worden, wurde eine Analyse angestellt. Die Kugel wurde anfangs gelinde, und später, nach Verjagung des Wassers, bis zum Glühen erhitzt, bis alle Entwicklung von Chlorgas aufgehört hatte. Der Rückstand wog 0,339 Grm., und wurde durch Behandlung mit Wasser in 0,262 Grm. metallischen Golds und 0,077 Grm. Calciumchlorid zerlegt. 262 Th. Gold nehmen 140 Th. Chlor auf, also wird das Gewicht des Goldchlorids 402 Grm., und daraus folgt, wenn man das Fehlende für den Wassergehalt nimmt, für das Salz die Zusammensetzung:

		Chlor.	Berechnet. Resultat.
Goldchlorid	71,53	24,91	73,54
Calciumchlorid	13,70	8,68	13,45
Wasser	14,77		13,01
			100,00.

Die ziemlich mit ihr übereinstimmende Formel, nach der das berechnete Resultat entstanden ist, wird

$$Ca\,Cl + Au\,Cl^3 + 6\,Aq.$$

Chloro-Auras Magnesicus. Durch Abdunstung in der Evaporationsglocke erhält man diese Verbindung leicht krystallisirt, in niedrigen rhombischen Prismen mit Seitenwinkeln von sehr nahe 72 und 108°. Das Salz, welches sich durch eine sehr schön citronengelbe Farbe auszeichnet, hält sich in warmer Winterluft, zerfliefst aber in Sommerluft. Gelinde erhitzt verliert es sein Krystallwasser, schmilzt zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit, die Chlor aushaucht, und endlich eintrocknet.

Die Analyse dieses Salzes wurde durch Reduction mit Wasserstoffgas angestellt, in einem Apparat, der dem bei Untersuchung des Strontium-Chloroplatinat beschriebenen ähnlich war. Der Rückstand wurde mit Wasser und etwas Salzsäure behandelt, wobei das metallische

Gold ungelöst zurückblieb; nach dem Eintrocknen und Glühen gab das Aufgelöste Talkerde, aus deren Gewicht das des Chlorids bestimmt wurde. Das Resultat war auf 100 Th.

		Chlor.	Berechnet.	Resultat.
Goldchlorid	64,50	15,91	66,10
Magnesiumchlorid	11,00	8,10	10,40
Wasser	24,50		23,50
			100,00

woraus die Formel:

$$MgCl + AuCl^3 + 12 Aq.$$

Chloro-Auras Manganosus, krystallisirt in gelben rhombischen Prismen, welche in Sommerluft zerfliefsen, sich aber in Winterluft trocken erhalten. Vermuthlich ist dieses Salz isomorph mit dem vorhergehenden.

Chloro-Auras Zincicus. Bildet ein Salz, welches an Farbe und Ansehen dem Magnesiumsalze gleicht, auch vollkommen isomorph mit ihm ist. Es hält sich an der Luft, selbst an einer weniger trocknen. Seine Zusammensetzung ist ohne Zweifel der des Magnesiumsalzes analog, so dafs wir sie durch die Formel:

$$ZnCl + AuCl^3 + 12 Aq.$$

bezeichnen können.

Chloro-Auras Ferrosus giebt es nicht. Vermischt man Goldchlorid mit Eisenchlorür, so bildet sich, wie bekannt, eine höhere Chlorverbindung von Eisen, und das Gold wird reducirt.

Chloro-Auras Cadmicus bildet ein mehr dunkelgelbes Salz, in prismatischen Nadeln, die luftbeständig sind.

Chloro-Auras Cobalticus erhält man durch freiwillige Verdunstung in langen, stark schiefwinkligen, rhombischen Prismen. Das Salz ist dunkelgelb und luftbeständig.

Chloro-Auras Niccolicus krystallisirt in grüngelben, mit dem Magnesium- und dem Zinksalze isomorphen, nie-

drigen, rhombischen Prismen. Das Salz zerfliefst in Sommerluft, hält sich aber in warmer Winterluft trocken.

Chloro-Palladiate.

Wie das Goldchlorid, bildet das Palladiumchlorid Verbindungen mit den Chloriden elektropositiver Metalle, wenn eine mit etwas Salzsäure versetzte Auflösung desselben in Wasser mit einer Lösung des andern Chlorids in Wasser vermischt wird. Die Mischung wird zur Trockne verdunstet, und, nachdem die Dämpfe von Salzsäure verschwunden sind, die Salzmasse in Wasser gelöst, und durch Verdunstung an der Luft oder in der Evaporationsglocke dem Krystallisiren überlassen. Alle Chloro-Palladiate, welche ich zusammenzusetzen Gelegenheit hatte, sind sehr leicht löslich in Wasser und mehrentheils von kastanienbrauner Farbe. Sie werden auch von Alkohol gelöst. Die Salze mit Kaliumchlorid und mit Natriumchlorid sind ihrer Existenz nach schon bekannt. Die folgenden habe ich hinsichtlich ihrer Charaktere untersucht, obgleich ich keine Gelegenheit hatte eins von ihnen zu analysiren.

Chloro-Palladias Baryticus schiefst in braunen, moosähnlichen Strahlen oder Dendriten an, welche an den Seiten des Gefäfses effloresciren, und sich unverändert an der Luft halten.

Chloro-Palladias Calcicus schiefst in prismatischen Krystallen von einer helleren braunen Farbe an. Das Salz ist zerfliefslich.

Chloro-Palladias Magnesicus bildet prismatische Nadeln, die sich in trockner Luft halten, in der gewöhnlichen, weniger trocknen Luft aber zerfliefsen.

Chloro-Palladias Manganosus bildet ein Salz in Würfeln oder vielleicht Rhomboëdern, die sich Würfeln nähern. Die Farbe ist so dunkelbraun, dafs die Krystalle beim Daraufsehen schwarz erscheinen. Das Salz hält sich unverändert an der Luft.

Chloro-Palladias Zincicus schiefst beim Verdunsten unter der Evaporationsglocke in kastanienbraunen und divergirend strahligen Krystallen an, welche in gewöhnlicher Luft schnell zerfliefsen.

Chloro-Palladias Cadmicus schiefst in der Evaporationsglocke in Form eines feinstrahligen Salzes mit einer schön hellen Kastanienfarbe an. Es hält sich an der Luft ohne feucht zu werden.

Chloro-Palladias Niccolicus. Es krystallisirt bei freiwilliger Verdunstung in dunklen grünlichbraunen Rhomboëdern oder vielleicht eher rhombischen Prismen, deren Seitenwinkel unbedeutend von rechten Winkeln abweichen. Das Salz hält sich unverändert, wenigstens in Winterluft.

Die in dem Obigen beschriebenen Salze oder Verbindungen, welche die Chloride der vier Metalle, Quecksilber, Platin, Gold und Palladium als elektronegative Bestandtheile enthalten, sind eigentlich diejenigen, mit denen ich mich behufs des vorgesetzten Zwecks bisher näher beschäftigt habe. Die wenigen Versuche, die ich mit einigen andern Chloriden, wie z. B. dem des Antimons und Zinns, angestellt habe, deuten zwar auf ein ganz analoges Verhalten, sind aber noch nicht so weit gebracht oder haben noch nicht zu so sichern Resultaten geführt, als dafs sie hier berührt werden könnten.

Auf die Weise, welche ich in dem zuvor erwähnten, an Hrn. Gay-Lussac gesandten Aufsatz (der in den *Ann. de chim. Febr.* 1827 bekannt gemacht worden ist) angegeben, habe ich auch im Winter 1826 einige ähnliche Versuche mit der höheren Jodverbindung des Quecksilbers angestellt, und es ist mir dabei geglückt, verschiedene Salze hervorzubringen, welche in jenem Aufsatze kürzlich genannt worden sind. Obgleich seitdem eine Arbeit über die Verbindungen der Jodide einiger

Metalle mit den Jodiden anderer mehr elektropositiver Metalle (s. g. *Jodures doubles*) von einem französischen Chemiker, Hrn. Boullay *), unternommen worden ist, welcher, ohne meine Untersuchung zu kennen, ungefähr von denselben theoretischen Ansichten wie ich ausgeht; so will ich doch mit wenigen Worten die von mir angestellten Versuche erzählen, so weit ich es bei dem Verlust meiner Tagebücher vermag, besonders in Bezug auf das, was Boullay nicht bemerkt, oder, wie mir scheint, nicht recht beobachtet hat. Meine Nomenclatur für diese Salze bleibt der für die Chloridverbindungen analog.

Jodo-Hydrargyrias Kalicus. Man erhält es direct aus Kaliumjodid und Quecksilberjodid, wenn man eine kalte Auflösung des ersteren in Wasser mit dem letzteren sättigt, und die Lösung in Winterluft einer freiwilligen Verdunstung überläfst, oder, bei anderer Beschaffenheit der Luft, in die Evaporationsglocke stellt. Man kann diefs Salz auch auf die Weise erhalten, dafs man Quecksilberchlorid in Kaliumjodid auflöst und die Mischung zur Krystallisation verdunstet. Wenn man nun die trockne Salzmasse mit Alkohol übergiefst, so löst sich das besagte Salz und das Kaliumchlorid bleibt zurück. Aus beiden Lösungsmitteln schiefst das Salz in prismatischen Nadeln an, die in Sommerluft feucht werden.

Jodo-Hydrargyrias Natricus. Eben so dargestellt wie das vorhergehende Salz nach der ersten Methode, giebt es beim Verdunsten unter der Evaporationsglocke grofse schwefelgelbe rhombische prismatische Krystalle mit einer Menge secundärer Flächen. Das Salz zerfliefst schnell an der Luft.

Jodo-Hydrargyrias Zincicus erhält man auf gleichem Wege durch Sättigung von Zinkjodid mit Quecksilberjodid, und durch Stellung der Lösung unter die Evaporationsglocke. Dabei schiefst zuerst das letztge-

*) Einen vollständigen Auszug aus dieser Abhandlung findet man in dies. Ann. Bd. 87. S. 99. P.

nannte Jodid in schönen rothen octaëdrischen oder kubischen Krystallen für sich an, und späterhin das Zinksalz. Gewöhnlich erhielt ich dieses Salz in gelben sechsseitigen Prismen mit spitzen pyramidalischen Enden, einmal aber auch in kurzen rhombischen Prismen. Das Salz zerfliefst schnell, selbst in trockner Luft.

Jodo-Hydrargyrias Ferrosus erhält man auf gleiche Weise wie die vorherigen, doch mufs man darauf sehen, die Lösung und das Salz möglichst wenig an die Luft zu bringen, weil es dann bald zersetzt wird. Es ist daher besser, die Lösung im Vacuo, oder wenigstens unter der Evaporationsglocke zu filtriren und zu verdunsten. Die Krystalle, welche gelbbraune Prismen sind, überziehen sich an der Luft bald mit einem rostbraunen Pulver.

Die Auflösungen des überschüssigen Quecksilberjodids in der Lösung seines eignen Salzes, welche sich eben so, wie ich es beim Zinksalze angeführt, bei mehreren andern Verbindungen der Jodiden einstellt, betrachtet Hr. Boullay als wirkliche Verbindungen. Es ist hier nicht der Ort mich in eine ausführliche Widerlegung dieser Behauptung einzulassen, aber es scheint mir ganz klar zu seyn, dafs diese Auflösungen von Quecksilberjodid in Ueberschufs keinesweges als Verbindungen betrachtet werden können, so lange die Quantitäten des aufgelösten Jodids von der Temperatur und der Wassermenge abhängen. Dieselbe Bemerkung gilt auch in Betreff der Art, wie Boullay die Auflösung des Quecksilberjodids in einer wäfsrigen Lösung von Kaliumchlorid ansieht. Bei meinen älteren Versuchen habe ich diese Lösungskraft des letztgenannten Jodids ebenfalls wahrgenommen, aber ich habe die Lösung nicht für eine chemische Verbindung halten können, aus dem angeführten Grunde, und auch deshalb, weil alles Quecksilberchlorid beim Erkalten wieder herausfällt.

(Wird vom Verfasser fortgesetzt.)

III. *Ueber die chemische Zusammensetzung der bei Schmelzprozessen im Großsen sich bildenden Schwefelmetall-Verbindungen;* *von* B. G. Bredberg.

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling.* 1828, St. I. S. 126.)

Mehrere Jahre sind bereits verflossen, seit man den ersten Versuch gemacht hat, nach den Grundsätzen der heutigen Chemie und chemischen Mineralogie die Zusammensetzung derjenigen Producte auszumitteln, welche sich für gewöhnlich bei den metallurgischen Operationen im Grofsen bilden; und in einer Abhandlung, welche die K. Academie in ihre Denkschriften aufzunehmen beliebte *), habe ich die Ehre gehabt, durch Versuche darzuthun, wie wichtig es sey, die *Schlacken*, ungeachtet sie bei den meisten Schmelzprozessen nur als Nebenproducte auftreten, hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung und der dieselbe bedingenden Gesetze genau zu kennen. Die Theorie der Schlackenbildung ist eine Anwendung von Hrn. Berzelius's Mineralsystem und Hrn. Mitscherlich's Isomorphismus auf die Verbindungen, welche in unsern metallurgischen Werkstätten gebildet werden, ohne Zweifel von ähnlichen Kräften wie die, welche in der Natur gewirkt haben oder noch wirken. Die bei Schmelzprozessen zwischen den einzelnen Elementen zu Stande kommenden Verbindungen folgen den allgemeinen Gesetzen der chemischen Verwandtschaft, und deshalb bilden sich, selbst bei sehr irrationellen Schmelzbeschickungen, nothwendigerweise immer Schlacken von eben so bestimmten Verhältnissen wie die natürlichen Verbindungen, welche Gegenstand der Forschung des Mineralogen sind.

*) *K. Vetensk. Acad. Handl.* 1822. *I.*

Aufser den eigentlichen Schlacken, welche, genau genommen, Verbindungen der sauerstoffhaltigen Stoffe des Ganggesteins der Erze sind, und durch den Schmelzprozefs abgeschieden werden sollen, stöfst der Metallurge noch auf eine grofse Anzahl von Gebilden, welche offenbar zu einer ganz andern Classe gehören, indem sie Verbindungen sind von verschiedenen Metallen, von Metallen und Schwefel, Phosphor, Kohle u. s. w.

Da diese Verbindungen oft die Stoffe enthalten, deren Ausbringung der Hauptgegenstand des Schmelzprozesses ist, so mufs die nähere Kenntnifs derselben ein grofses ökonomisches Interesse haben. In dem Folgenden werde ich nachzuweisen suchen, dafs sie auch für die Wissenschaft nicht ganz ohne Interesse sind; doch werde ich mich für jetzt auf die Verbindungen zwischen Metallen und Schwefel beschränken, da sie bei den metallurgischen Operationen am Gewöhnlichsten vorkommen.

Bei den sogenannten *edlen Metallen* (zu welchen ich, aufser *Silber* und *Gold*, auch *Kupfer* und *Blei* rechne, theils, weil die Erze dieser Metalle in vielen Stücken eine gleiche Behandlung erfordern, theils auch, weil sie nicht nur schon in den Erzen, sondern auch in den Prozessen einander Gesellschaft leisten) bieten die Schmelzprozesse durch die Mannigfaltigkeit der Operationen und der bei ihnen gebildeten Producte ein reiches Feld für Untersuchungen dar. Bei allen diesen Processen spielt der Schwefel eine grofse Rolle. Mit wenigen Ausnahmen sind die Metalle entweder schon in der Natur mit ihm verbunden, oder sie gehen auch bei den Prozessen des Zugutemachens der Erze neue Verbindungen mit demselben ein. Die Erfahrung lehrt, dafs auch diese Classe von Schmelzproducten, nach der Natur der behandelten Erze, aus welchen sie entsteht, von sehr verschiedener Beschaffenheit ist, und dafs diese Verschiedenheiten einen beträchtlichen Einflufs auf die Prozesse, deren Abwartung, und das mehr oder weniger vortheilhafte Ausbrin-

fliefst aber in einer weniger trocknen. Mit 0,562 Grm. dieses Salzes, die in die Kugel eines aus einer dünnen Glasröhre geblasenen Kolbens eingelegt worden, wurde eine Analyse angestellt. Die Kugel wurde anfangs gelinde, und später, nach Verjagung des Wassers, bis zum Glühen erhitzt, bis alle Entwicklung von Chlorgas aufgehört hatte. Der Rückstand wog 0,339 Grm., und wurde durch Behandlung mit Wasser in 0,262 Grm. metallischen Golds und 0,077 Grm. Calciumchlorid zerlegt. 262 Th. Gold nehmen 140 Th. Chlor auf, also wird das Gewicht des Goldchlorids 402 Grm., und daraus folgt, wenn man das Fehlende für den Wassergehalt nimmt, für das Salz die Zusammensetzung:

		Chlor.	Berechnet. Resultat.
Goldchlorid	71,53	24,91	73,54
Calciumchlorid	13,70	8,68	13,45
Wasser	14,77		13,01
			100,00.

Die ziemlich mit ihr übereinstimmende Formel, nach der das berechnete Resultat entstanden ist, wird

$$CaCl + AuCl^3 + 6Aq.$$

Chloro-Auras Magnesicus. Durch Abdunstung in der Evaporationsglocke erhält man diese Verbindung leicht krystallisirt, in niedrigen rhombischen Prismen mit Seitenwinkeln von sehr nahe 72 und 108°. Das Salz, welches sich durch eine sehr schön citronengelbe Farbe auszeichnet, hält sich in warmer Winterluft, zerfliefst aber in Sommerluft. Gelinde erhitzt verliert es sein Krystallwasser, schmilzt zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit, die Chlor aushaucht, und endlich eintrocknet.

Die Analyse dieses Salzes wurde durch Reduction mit Wasserstoffgas angestellt, in einem Apparat, der dem bei Untersuchung des Strontium-Chloroplatinat beschriebenen ähnlich war. Der Rückstand wurde mit Wasser und etwas Salzsäure behandelt, wobei das metallische

Gold ungelöst zurückblieb; nach dem Eintrocknen und Glühen gab das Aufgelöste Talkerde, aus deren Gewicht das des Chlorids bestimmt wurde. Das Resultat war auf 100 Th.

		Chlor.	Berechnet.	Resultat.
Goldchlorid	64,50	15,91	66,10	
Magnesiumchlorid	11,00	8,10	10,40	
Wasser	24,50		23,50	
			100,00	

woraus die Formel:

$$MgCl + AuCl^3 + 12 Aq.$$

Chloro-Auras Manganosus, krystallisirt in gelben rhombischen Prismen, welche in Sommerluft zerfliefsen, sich aber in Winterluft trocken erhalten. Vermuthlich ist dieses Salz isomorph mit dem vorhergehenden.

Chloro-Auras Zincicus. Bildet ein Salz, welches an Farbe und Ansehen dem Magnesiumsalze gleicht, auch vollkommen isomorph mit ihm ist. Es hält sich an der Luft, selbst an einer weniger trocknen. Seine Zusammensetzung ist ohne Zweifel der des Magnesiumsalzes analog, so dafs wir sie durch die Formel:

$$ZnCl + AuCl^3 + 12 Aq.$$

bezeichnen können.

Chloro-Auras Ferrosus giebt es nicht. Vermischt man Goldchlorid mit Eisenchlorür, so bildet sich, wie bekannt, eine höhere Chlorverbindung von Eisen, und das Gold wird reducirt.

Chloro-Auras Cadmicus bildet ein mehr dunkelgelbes Salz, in prismatischen Nadeln, die luftbeständig sind.

Chloro-Auras Cobalticus erhält man durch freiwillige Verdunstung in langen, stark schiefwinkligen, rhombischen Prismen. Das Salz ist dunkelgelb und luftbeständig.

Chloro-Auras Niccolicus krystallisirt in grüngelben, mit dem Magnesium- und dem Zinksalze isomorphen, nie-

drigen, rhombischen Prismen. Das Salz zerfliefst in Sommerluft, hält sich aber in warmer Winterluft trocken.

Chloro-Palladiate.

Wie das Goldchlorid, bildet das Palladiumchlorid Verbindungen mit den Chloriden elektropositiver Metalle, wenn eine mit etwas Salzsäure versetzte Auflösung desselben in Wasser mit einer Lösung des andern Chlorids in Wasser vermischt wird. Die Mischung wird zur Trockne verdunstet, und, nachdem die Dämpfe von Salzsäure verschwunden sind, die Salzmasse in Wasser gelöst, und durch Verdunstung an der Luft oder in der Evaporationsglocke dem Krystallisiren überlassen. Alle Chloro-Palladiate, welche ich zusammenzusetzen Gelegenheit hatte, sind sehr leicht löslich in Wasser und mehrentheils von kastanienbrauner Farbe. Sie werden auch von Alkohol gelöst. Die Salze mit Kaliumchlorid und mit Natriumchlorid sind ihrer Existenz nach schon bekannt. Die folgenden habe ich hinsichtlich ihrer Charaktere untersucht, obgleich ich keine Gelegenheit hatte eins von ihnen zu analysiren.

Chloro-Palladias Baryticus schiefst in braunen, moosähnlichen Strahlen oder Dendriten an, welche an den Seiten des Gefäfses effloresciren, und sich unverändert an der Luft halten.

Chloro-Palladias Calcicus schiefst in prismatischen Krystallen von einer helleren braunen Farbe an. Das Salz ist zerfliefslich.

Chloro-Palladias Magnesicus bildet prismatische Nadeln, die sich in trockner Luft halten, in der gewöhnlichen, weniger trocknen Luft aber zerfliefsen.

Chloro-Palladias Manganosus bildet ein Salz in Würfeln oder vielleicht Rhomboëdern, die sich Würfeln nähern. Die Farbe ist so dunkelbraun, dafs die Krystalle beim Daraufsehen schwarz erscheinen. Das Salz hält sich unverändert an der Luft.

Chloro-Palladias Zincicus schiefst beim Verdunsten unter der Evaporationsglocke in kastanienbraunen und divergirend strahligen Krystallen an, welche in gewöhnlicher Luft schnell zerfliefsen.

Chloro-Palladias Cadmicus schiefst in der Evaporationsglocke in Form eines feinstrahligen Salzes mit einer schön hellen Kastanienfarbe an. Es hält sich an der Luft ohne feucht zu werden.

Chloro-Palladias Niccolicus. Es krystallisirt bei freiwilliger Verdunstung in dunklen grünlichbraunen Rhomboëdern oder vielleicht eher rhombischen Prismen, deren Seitenwinkel unbedeutend von rechten Winkeln abweichen. Das Salz hält sich unverändert, wenigstens in Winterluft.

Die in dem Obigen beschriebenen Salze oder Verbindungen, welche die Chloride der vier Metalle, Quecksilber, Platin, Gold und Palladium als elektronegative Bestandtheile enthalten, sind eigentlich diejenigen, mit denen ich mich behufs des vorgesetzten Zwecks bisher näher beschäftigt habe. Die wenigen Versuche, die ich mit einigen andern Chloriden, wie z. B. dem des Antimons und Zinns, angestellt habe, deuten zwar auf ein ganz analoges Verhalten, sind aber noch nicht so weit gebracht oder haben noch nicht zu so sichern Resultaten geführt, als dafs sie hier berührt werden könnten.

Auf die Weise, welche ich in dem zuvor erwähnten, an Hrn. Gay-Lussac gesandten Aufsatz (der in den *Ann. de chim. Febr.* 1827 bekannt gemacht worden ist) angegeben, habe ich auch im Winter 1826 einige ähnliche Versuche mit der höheren Jodverbindung des Quecksilbers angestellt, und es ist mir dabei geglückt, verschiedene Salze hervorzubringen, welche in jenem Aufsatze kürzlich genannt worden sind. Obgleich seitdem eine Arbeit über die Verbindungen der Jodide einiger

Metalle mit den Jodiden anderer mehr elektropositiver Metalle (s. g. *Jodures doubles*) von einem französischen Chemiker, Hrn. Boullay *), unternommen worden ist, welcher, ohne meine Untersuchung zu kennen, ungefähr von denselben theoretischen Ansichten wie ich ausgeht; so will ich doch mit wenigen Worten die von mir angestellten Versuche erzählen, so weit ich es bei dem Verlust meiner Tagebücher vermag, besonders in Bezug auf das, was Boullay nicht bemerkt, oder, wie mir scheint, nicht recht beobachtet hat. Meine Nomenclatur für diese Salze bleibt der für die Chloridverbindungen analog.

Jodo-Hydrargyrias Kalicus. Man erhält es direct aus Kaliumjodid und Quecksilberjodid, wenn man eine kalte Auflösung des ersteren in Wasser mit dem letzteren sättigt, und die Lösung in Winterluft einer freiwilligen Verdunstung überläſst, oder, bei anderer Beschaffenheit der Luft, in die Evaporationsglocke stellt. Man kann dieſs Salz auch auf die Weise erhalten, daſs man Quecksilberchlorid in Kaliumjodid auflöst und die Mischung zur Krystallisation verdunstet. Wenn man nun die trockne Salzmasse mit Alkohol übergieſst, so löst sich das besagte Salz und das Kaliumchlorid bleibt zurück. Aus beiden Lösungsmitteln schieſst das Salz in prismatischen Nadeln an, die in Sommerluft feucht werden.

Jodo-Hydrargyrias Natricus. Eben so dargestellt wie das vorhergehende Salz nach der ersten Methode, giebt es beim Verdunsten unter der Evaporationsglocke groſse schwefelgelbe rhombische prismatische Krystalle mit einer Menge secundärer Flächen. Das Salz zerflieſst schnell an der Luft.

Jodo-Hydrargyrias Zincicus erhält man auf gleichem Wege durch Sättigung von Zinkjodid mit Quecksilberjodid, und durch Stellung der Lösung unter die Evaporationsglocke. Dabei schieſst zuerst das letztge-

*) Einen vollständigen Auszug aus dieser Abhandlung findet man in dies. Ann. Bd. 87. S. 99. *P.*

nannte Jodid in schönen rothen octaëdrischen oder kubischen Krystalleu für sich an, und späterhin das Zinksalz. Gewöhnlich erhielt ich dieses Salz in gelben sechsseitigen Prismen mit spitzen pyramidalischen Endeu, einmal aber auch in kurzen rhombischen Prismen. Das Salz zerfliefst schnell, selbst in trockner Luft.

Jodo-Hydrargyrias Ferrosus erhält man auf gleiche Weise wie die vorherigen, doch mufs man darauf sehen, die Lösung und das Salz möglichst wenig an die Luft zu bringen, weil es dann bald zersetzt wird. Es ist daher besser, die Lösung im Vacuo, oder wenigstens unter der Evaporationsglocke zu filtriren und zu verdunsten. Die Krystalle, welche gelbbraune Prismen sind, überziehen sich an der Luft bald mit einem rostbraunen Pulver.

Die Auflösungen des überschüssigen Quecksilberjodids in der Lösung seines eignen Salzes, welche sich eben so, wie ich es beim Zinksalze angeführt, bei mehreren andern Verbindungen der Jodiden einstellt, betrachtet Hr. Boullay als wirkliche Verbindungen. Es ist hier nicht der Ort mich in eine ausführliche Widerlegung dieser Behauptung einzulassen, aber es scheint mir ganz klar zu seyn, dafs diese Auflösungen von Quecksilberjodid in Ueberschufs keinesweges als Verbindungen betrachtet werden können, so lange die Quantitäten des aufgelösten Jodids von der Temperatur und der Wassermenge abhängen. Dieselbe Bemerkung gilt auch in Betreff der Art, wie Boullay die Auflösung des Quecksilberjodids in einer wäfsrigen Lösung von Kaliumchlorid ansieht. Bei meinen älteren Versuchen habe ich diese Lösungskraft des letztgenannten Jodids ebenfalls wahrgenommen, aber ich habe die Lösung nicht für eine chemische Verbindung halten können, aus dem angeführten Grunde, und auch deshalb, weil alles Quecksilberchlorid beim Erkalten wieder herausfällt.

(Wird vom Verfasser fortgesetzt.)

III. *Ueber die chemische Zusammensetzung der bei Schmelzprozessen im Grofsen sich bildenden Schwefelmetall-Verbindungen;* *von* B. G. Bredberg.

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling*. 1828, St. I. S. 126.)

Mehrere Jahre sind bereits verflossen, seit man den ersten Versuch gemacht hat, nach den Grundsätzen der heutigen Chemie und chemischen Mineralogie die Zusammensetzung derjenigen Producte auszumitteln, welche sich für gewöhnlich bei den metallurgischen Operationen im Grofsen bilden; und in einer Abhandlung, welche die K. Academie in ihre Denkschriften aufzunehmen beliebte *), habe ich die Ehre gehabt, durch Versuche darzuthun, wie wichtig es sey, die *Schlacken*, ungeachtet sie bei den meisten Schmelzprozessen nur als Nebenproducte auftreten, hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung und der dieselbe bedingenden Gesetze genau zu kennen. Die Theorie der Schlackenbildung ist eine Anwendung von Hrn. Berzelius's Mineralsystem und Hrn. Mitscherlich's Isomorphismus auf die Verbindungen, welche in unsern metallurgischen Werkstätten gebildet werden, ohne Zweifel von ähnlichen Kräften wie die, welche in der Natur gewirkt haben oder noch wirken. Die bei Schmelzprozessen zwischen den einzelnen Elementen zu Stande kommenden Verbindungen folgen den allgemeinen Gesetzen der chemischen Verwandtschaft, und deshalb bilden sich, selbst bei sehr irrationellen Schmelzbeschickungen, nothwendigerweise immer Schlacken von eben so bestimmten Verhältnissen wie die natürlichen Verbindungen, welche Gegenstand der Forschung des Mineralogen sind.

*) *K. Vetensk. Acad. Handl.* 1822. *I.*

Aufser den eigentlichen Schlacken, welche, genau genommen, Verbindungen der sauerstoffhaltigen Stoffe des Ganggesteins der Erze sind, und durch den Schmelzprozefs abgeschieden werden sollen, stöfst der Metallurge noch auf eine grofse Anzahl von Gebilden, welche offenbar zu einer ganz andern Classe gehören, indem sie Verbindungen sind von verschiedenen Metallen, von Metallen und Schwefel, Phosphor, Kohle u. s. w.

Da diese Verbindungen oft die Stoffe enthalten, deren Ausbringung der Hauptgegenstand des Schmelzprozesses ist, so mufs die nähere Kenntnifs derselben ein grofses ökonomisches Interesse haben. In dem Folgenden werde ich nachzuweisen suchen, dafs sie auch für die Wissenschaft nicht ganz ohne Interesse sind; doch werde ich mich für jetzt auf die Verbindungen zwischen Metallen und Schwefel beschränken, da sie bei den metallurgischen Operationen am Gewöhnlichsten vorkommen.

Bei den sogenannten *edlen Metallen* (zu welchen ich, aufser *Silber* und *Gold*, auch *Kupfer* und *Blei* rechne, theils, weil die Erze dieser Metalle in vielen Stücken eine gleiche Behandlung erfordern, theils auch, weil sie nicht nur schon in den Erzen, sondern auch in den Prozessen einander Gesellschaft leisten) bieten die Schmelzprozesse durch die Mannigfaltigkeit der Operationen und der bei ihnen gebildeten Producte ein reiches Feld für Untersuchungen dar. Bei allen diesen Processen spielt der Schwefel eine grofse Rolle. Mit wenigen Ausnahmen sind die Metalle entweder schon in der Natur mit ihm verbunden, oder sie gehen auch bei den Prozessen des Zugutemachens der Erze neue Verbindungen mit demselben ein. Die Erfahrung lehrt, dafs auch diese Classe von Schmelzproducten, nach der Natur der behandelten Erze, aus welchen sie entsteht, von sehr verschiedener Beschaffenheit ist, und dafs diese Verschiedenheiten einen beträchtlichen Einflufs auf die Prozesse, deren Abwartung, und das mehr oder weniger vortheilhafte Ausbrin-

gen der Metalle ausüben. Wenn man die bisherigen Analysen über diese Classe von Schmelzproducten zusammenstellt, so entdeckt man bald in den Verhältnissen der Bestandtheile eine Analogie, die zu bestimmt ist, als dafs sie blofs zufällig seyn könnte. Es wäre auch eine unerklärliche Ausnahme, wenn die Lehre von den chemischen Proportionen nicht auch hier gültig bliebe. Wenn man aber versucht, sie nach den bekannten Schweflungsstufen der Metalle, und in der Voraussetzung, dafs jedes Metall nur auf einer einzigen Schweflungsstufe in der Verbindung zugegen sey, zu berechnen, so findet man in den meisten Fällen die Menge des Schwefels entweder zu gering oder zu grofs. Freilich hat man in dem natürlichen Magnetkies schon lange eine Schwefelverbindung gekannt, welche als eine Zusammensetzung zweier verschiedenen Schwefelungsstufen eines und desselben Metalles angesehen werden mufste; allein von diesen und einigen wenigen Beispielen ähnlicher Art konnte man sagen, dafs sie mehr in der Vorstellung als in der Wirklichkeit wahre chemische Verbindungen seyen, bis Hr. Berzelius die *Schwefelsalze* entdeckte *), jene grofse Classe von Verbindungen, in welcher der Schwefel sich wie der Sauerstoff in den Sauerstoffsalzen verhält, und wie dieser seine Säuren und seine Basen bildet.

Die Schwefelmetalle, oder richtiger *metallischen Schwefelsalze*, welche sich bei den Schmelzprozessen im Grofsen bilden, führen in der Metallurgie gemeinschaftlich den Namen *Rohstein*, oder schlechthin *Stein*, dem man, je nach den Prozessen, durch welche sie entstanden sind, noch ein Substantiv hinzusetzt. So nennt man: *Bleistein* denjenigen Rohstein, welcher neben metallischem Blei beim Bleischmelzen erhalten wird; *Kupferstein* denjenigen, welcher sich bei der Suluschmelzung der Kupfererze erzeugt; *Dünnstein* denjenigen, welcher beim Schmelzen des Schwarzkupfers in Gemeinschaft mit

*) Man sehe dies. Ann. Bd. 82. 83. und. 84. P.

metallischem Kupfer gebildet wird. Im Deutschen bezeichnen die Namen *Stein*, *Bleistein*, *Kupfer-Rohstein*, *Dünnstein* u. s. w. immer Verbindungen zwischen Schwefelmetallen. Eine Classe von andern analogen Verbindungen, die sich bei ganz denselben Prozessen wie der Rohstein bilden, nennt man *Lech;* doch giebt man, so viel ich erfahren konnte, diesen Namen den Rohsteinen nur in solchen Hütten, wo die Erze viel Arsenik führen, so dafs die Steine aufser den *Schwefelmetallen* auch *Arsenikmetalle* enthalten. *Speise* ist noch eine andere ähnliche Verbindung, welche bei der Bereitung der Smalte und arsenikhaltigen Kobalterzen erhalten wird. Ohne Zweifel wird man bei einer genaueren Untersuchung aller dieser analogen Verbindungen finden, dafs die elektropositiveren Metalle nach einem gemeinschaftlichen Gesetze mit Schwefel, Phosphor, Arsenik, Selen, Antimon u. s. w. verbunden sind.

Wenn man Schwefelkies (FeS^2) *) in einem Tiegel schmilzt, so erhält man einen Regulus, der zwar nur aus Schwefel und Eisen besteht, aber in seinem Verhalten sehr merklich von dem der Schmelzung unterworfenen Schwefelkies abweicht. Er ist weniger hart, äufserst spröde, und zerfällt, wenn er eine kurze Zeit an freier Luft gelegen hat, zu einem voluminösen Pulver, welches bei Berührung mit feuchten Händen einen eignen unangenehmen Geruch ausgiebt und sich in verdünnten Säuren unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas und ohne Rückstand von Schwefel auflöst. Man sieht aus diesen Eigenschaften, dafs es Einfach-Schwefeleisen (FeS) ist. Der Schwefelkies verliert also beim Schmelzen an der Luft ein Atom Schwefel, und hinterläfst FeS. Auf dieser Eigenschaft des Schwefels beruht ohne Zweifel die

*) Es mufs bemerkt werden, dafs in dieser Abhandlung die Atomengewichte durchgehends nach der neueren Tafel von Berzelius (dies. Ann. Bd. 90. S. 566.) genommen worden sind, dafs aber hier der Verfasser die Formeln FS^2, FS gegen die durch zwei dividirbaren FS^4, FS^2 vertauscht hat. *P.*

Destillation des Schwefels aus Schwefelkies in Retorten, und die Bereitung des Eisenvitriols aus der in den Retorten zurückgebliebenen Masse, durch Liegenlassen derselben unter freiem Himmel und nachheriges Auskochen.

Als ich in einem Tiegel eine Portion gelben Schwefelkieses von Fahlun schmolz, der nicht krystallisirt, sondern derb war, und nur eine unbedeutende Einmengung von schwarzer Zinkblende enthielt, bekam ich einen Stein, welcher bei der Analyse gab:

Schwefel	36,60
Eisen	62,30
Zink	1,01
	99,91

also hauptsächlich aus FeS bestand.

Dieser Schwefelgehalt findet sich jedoch selten oder niemals in den beim Schmelzen im Grofsen erhaltenen Steinen, ohne Zweifel aus dem Grunde, weil die Erze, welche geschmolzen werden, niemals blofs FeS^2 enthalten, sondern neben diesem zugleich mehrere niedere Schweflungsstufen, ungerechtet alle die Variationen, welche durch das etwa vorhergegangene Rösten der Erze entstanden seyn können. Sehr wahrscheinlich hat auch die Beschaffenheit der Bergart, welche die Erze begleitet und mit in die Schlacken eingegangen ist, einen Einflufs auf die Zusammensetzung der Steine. Vor allem scheinen die stärkeren Basen, Kalk Talk u. s. w., sehr wirksam zu seyn, indem sie die Schwefelmetalle, selbst bis zur gänzlichen Reduction, zersetzen, und den Schwefel aufnehmen. Vielleicht liegt hierin auch der Grund, weshalb bei den Schmelzungen des Steins die Schlacken Bisilicate seyn müssen, und zugleich eine Erklärung von dem Umstand, dafs die Schmelzungen solcher Erze, wo man, in Ermangelung eines andern Zusatzes, Kalkstein als Zuschlag anwendet, am meisten mit der Bildung eisenhaltiger Bodenmassen, in denen viel weniger Schwefel

be-

befindlich ist, belästigt werden. Bisher kennt man unter den natürlichen Schweflungsstufen des Eisens wohl keine niedere als FeS; dafs aber die Kunst dergleichen Verbindungen darstellen könne, ist nicht mehr zu bezweifeln, seitdem Hr. Arfvedson durch Glühen von schwefelsauren Eisensalzen in Wasserstoffgas Fe^2S und Fe^8S erhalten hat *). Da das *Schwefeleisen* in seinen verschiedenen Formen, als Schwefelkies, Magnetkies u. s. w., unter allen Schwefelmetallen der gewöhnlichste Begleiter anderer Erze ist, so spielt es eine so sehr wichtige Rolle in der Lehre von der chemischen Constitution der Steine, zumal es oft den gröfsten Theil dieser Schmelzproducte ausmacht, oder wenigstens höchst selten in ihnen fehlt.

Die *Steine*, welche sich bei den gewöhnlichen Schmelzprocessen im Grofsen bilden, enthalten, aufser Schwefeleisen, Verbindungen des Schwefels mit Kupfer, Blei, Zink u. s. w., je nach den Erzen, die zugutegemacht werden, oder nach deren Begleiter. Ohne Zweifel wird hier durch die Verwandtschaftsgesetze bestimmt, wie sich der Schwefel unter den Metallen der Steine vertheilt, und dadurch läfst sich erklären, weshalb das FeS in den Steinen in dem Maafse abnimmt, als der Kupfergehalt zunimmt.

Zur Ausmittelung der chemischen Zusammensetzung der Steine ist offenbar die Bestimmung, auf welcher Schweflungsstufe sich ein jedes Metall befinde, das Wichtigste. Hiebei mufs man, wie bei Berechnung der mannigfaltig zusammengesetzten Mineralien, dasjenige annehmen, was am wahrscheinlichsten ist, und am meisten übereinstimmt mit unseren Kenntnissen von den binären Verbindungen, welche die nähern Bestandtheile der zusammengesetzten Körper ausmachen.

In den bis jetzt untersuchten Steinen hat sich, bei Berechnung ihrer Zusammensetzung, gefunden, dafs das *Eisen* mit dem *Schwefel* verbunden war zu Fe^2S^3, FeS

*) Dies. Ann. Bd. 77. S. 70. *P.*

und Fe^2S, das *Kupfer* zu Cu^2S, das *Blei* zu Pb^2S und das *Zink* zu Zn^2S.

Cu^2S, welches für sich den grauen Kupferkies (Kupferglas), und, verbunden mit FeS, das natürliche Buntkupfer bildet, ist in den kupferreichsten Steinen, z. B. in denen vom Mansfelder Kupferprozefs, so wie in den Dünnsteinen, welche man bei der Rohkupferschmelzung bei uns bekommt, enthalten. Es ist nicht zu bezweifeln, dafs sich in den kupferärmeren Steinen das Kupfer auf derselben Schweflungsstufe befinde.

Pb^2S oder ein Schwefelblei mit halb so viel Schwefel als im Bleiglanz, ist meines Wissens bisher noch nicht für sich dargestellt. Es ist indefs nicht zu bezweifeln, dafs ein niedres Schwefelblei als der Bleiglanz, neben andern Schwefelmetallen, im Grofsen gebildet wird, wenn reiche Bleiglanzerze ohne vorherige Röstung mit einem unzulänglichen Zusatz von metallischem Eisen ausgeschmolzen werden. Ein solcher Bleistein, welcher so weich ist, dafs er vom Nagel Eindrücke annimmt, enthält fast die Hälfte seines Gewichts an geschwefeltem Blei, und wird am Harze beim Schmelzen der reichen Bleiglanzerze im Schachtofen gewonnen. Die Bildung eines ähnlichen Steins ist von französischen Metallurgen beim Ausschmelzen des Blei's aus Bleiglanz im Flammenofen beobachtet worden; er entsteht hier neben schwefelsaurem Bleioxyd, und die Ausschmelzung des Blei's beruht auf der Einwirkung dieser Stoffe auf einander und auf den noch unzersetzten Bleiglanz.

Um ein solches niederes Schwefelblei zu erhalten, schmolz ich reinen krystallisirten Bleiglanz und metallisches Blei zu gleichen Atomen mit einander. Es wurden zwei Proben gemacht und zwar auf folgende Weise.

a) 25 Th. gepülverter Bleiglanzkrystalle wurden mit 21 Th. feinen Kornblei's genau gemengt, in einen Tiegel von feuerfestem Thon gebracht, mit einer Portion Boraxglas bedeckt, und 15 Minuten lang der Hitze eines

Zugofens ausgesetzt. Nach Zerschlagen des Tiegels fand sich darin ein von klarem honiggelbem Glase umgebener glänzender Metallkönig, welcher 37,5 Th. oder 80,4 Procent vom Einsatz wog. Der Schmelzverlust betrug also 19,6 Procent. Der erhaltene Regulus liefs sich bis zum Doppelten seiner Fläche aushämmern, ohne an den Kanten zu zerspringen. Im Bruch war er kleinblättrig krystallinisch, und von dunklerem Glanz als der Bleiglanz. 0,666 Grm. mit rauchender Salpetersäure behandelt, gaben 0,455 Grm. schwefelsauren Bleioxyds. In diesem Schwefelblei fanden sich also 7,207 Proc. Schwefel, oder 7,79 Th. desselben auf 100 Th. Blei.

b) Gepülverter Bleiglanz und Kornblei wurden, in demselben Verhältnisse wie bei der Probe *a*, gut gemischt, und, ohne weiteren Zusatz, in einen Kohlentiegel gebracht, der in einen andern Tiegel von feuerfestem Thon stand, und darauf 15 Minuten lang der Hitze eines Zugofens ausgesetzt wurde, wie vorhin. Nach dem Erkalten der Probe fand sich ein auf der Oberfläche glanzloser bleifarbener Regulus, welcher die Form der Aushölung des Tiegels angenommen hatte. Er wog 36 Th. oder 77,2 Proc. des Einsatzes. Der Schmelzverlust, mit Inbegriff einer geringen Portion sublimirten Bleiglanzes, der als ein zarter glänzender Staub an der innern Seite des Kohlentiegels safs, betrug also 10,6 Th. oder 22,8 Procent. Der erhaltene Regulus war feinkörnig im Bruch, weicher als der vorige, nahm Eindrücke vom Nagel an und konnte bis zum 3- oder 4fachen seiner anfänglichen Fläche ausgehämmert werden, ohne an den Kanten zu reifsen. Zu einem dünnen Blatte ausgehämmert, wurde er so spröde, dafs er sich nicht im Geringsten biegen liefs, sondern durchbrach. Dagegen konnte man mit einem Federmesser die dünnsten Blättchen von ihm abschneiden, wobei sich diese von selbst vor dem Messer aufrollten. Die Schnittfläche besafs den Glanz des Blei's,

Metalle mit den Jodiden anderer mehr elektropositiver Metalle (s. g. *Jodures doubles*) von einem französischen Chemiker, Hrn. Boullay *), unternommen worden ist, welcher, ohne meine Untersuchung zu kennen, ungefähr von denselben theoretischen Ansichten wie ich ausgeht; so will ich doch mit wenigen Worten die von mir angestellten Versuche erzählen, so weit ich es bei dem Verlust meiner Tagebücher vermag, besonders in Bezug auf das, was Boullay nicht bemerkt, oder, wie mir scheint, nicht recht beobachtet hat. Meine Nomenclatur für diese Salze bleibt der für die Chloridverbindungen analog.

Jodo-Hydrargyrias Kalicus. Man erhält es direct aus Kaliumjodid und Quecksilberjodid, wenn man eine kalte Auflösung des ersteren in Wasser mit dem letzteren sättigt, und die Lösung in Winterluft einer freiwilligen Verdunstung überläſst, oder, bei anderer Beschaffenheit der Luft, in die Evaporationsglocke stellt. Man kann dieſs Salz auch auf die Weise erhalten, daſs man Quecksilberchlorid in Kaliumjodid auflöst und die Mischung zur Krystallisation verdunstet. Wenn man nun die trockne Salzmasse mit Alkohol übergieſst, so löst sich das besagte Salz und das Kaliumchlorid bleibt zurück. Aus beiden Lösungsmitteln schieſst das Salz in prismatischen Nadeln an, die in Sommerluft feucht werden.

Jodo-Hydrargyrias Natricus. Eben so dargestellt wie das vorhergehende Salz nach der ersten Methode, giebt es beim Verdunsten unter der Evaporationsglocke groſse schwefelgelbe rhombische prismatische Krystalle mit einer Menge secundärer Flächen. Das Salz zerflieſst schnell an der Luft.

Jodo-Hydrargyrias Zincicus erhält man auf gleichem Wege durch Sättigung von Zinkjodid mit Quecksilberjodid, und durch Stellung der Lösung unter die Evaporationsglocke. Dabei schieſst zuerst das letztge-

*) Einen vollständigen Auszug aus dieser Abhandlung findet man in dies. Ann. Bd. 87. S. 99. P.

wohl für jetzt schwerlich mit Bestimmtheit zu entscheiden; ich halte es indefs für das Wahrscheinlichste, dafs es $Pb^2 S$ sey, und habe daher dieses bei der Berechnung angenommen.

Das *Schwefelzink*, welches sich in den Steinen findet, ist als $Zn^2 S$ berechnet. Direct ist die Richtigkeit dieser Annahme nicht zu beweisen, allein die Analogie mit den andern Metallen, welche sich in den Steinen finden, macht sie höchst wahrscheinlich. Der Zinkgehalt beträgt überdiefs in den meisten Fällen so wenige Procente, dafs das Resultat sich nur wenig ändert, wenn man es nach der einen oder der andern Weise berechnet.

Der gröfste Theil der Analysen, welche in dem Folgenden als Belege für die hier aufgestellte Ansicht von der chemischen Zusammensetzung der Steine angeführt werden, ist nach und nach in der Bergschule zu Fahlun beim Cursus über Hüttenkunst unternommen, und die Resultate derselben in den Annalen des Eisen-Comtoirs bekannt gemacht.

Nur wenige der die Steine bildenden Schwefelverbindungen kommen in der Natur vor; im Gegentheil stellen die meisten Steine ganz neue Species von metallischen Schwefelsalzen dar, die möglicherweise indefs noch von Mineralogen entdeckt werden können. Als *Schwefelsalze* oder, mit andern Worten, als Verbindungen elektropositiver mit elektronegativen Elementen, betrachtet, wobei man ohne Zweifel die höheren Schweflungsstufen als negativ gegen die niederen ansehen mufs, können sie in drei Classen getheilt werden, nach den allgemeinen Formeln:

$$R^n \acute{R},\quad \acute{R}\acute{R},\quad \acute{R}\acute{R}^n\ ^{*)}.$$

In dem Folgenden soll gezeigt werden, welchen Prozessen oder welchen besonderen Beschickungen jede die-

*) R bedeutet hier das metallische Radical, und das Komma über diesem Buchstaben, nach Hrn. Berzelius Bezeichnungsweise, das Schwefelatom.

III. *Ueber die chemische Zusammensetzung der bei Schmelzprozessen im Grofsen sich bildenden Schwefelmetall-Verbindungen;* *von* ***B. G. Bredberg.***

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handling.* 1828, St. I. S. 126.)

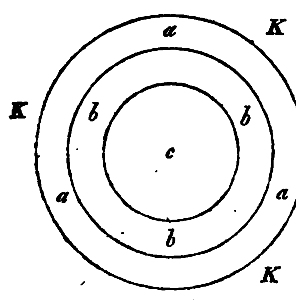
Mehrere Jahre sind bereits verflossen, seit man den ersten Versuch gemacht hat, nach den Grundsätzen der heutigen Chemie und chemischen Mineralogie die Zusammensetzung derjenigen Producte auszumitteln, welche sich für gewöhnlich bei den metallurgischen Operationen im Grofsen bilden; und in einer Abhandlung, welche die K. Academie in ihre Denkschriften aufzunehmen beliebte *), habe ich die Ehre gehabt, durch Versuche darzuthun, wie wichtig es sey, die *Schlacken*, ungeachtet sie bei den meisten Schmelzprozessen nur als Nebenproducte auftreten, hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung und der dieselbe bedingenden Gesetze genau zu kennen. Die Theorie der Schlackenbildung ist eine Anwendung von Hrn. **Berzelius**'s Mineralsystem und Hrn. **Mitscherlich**'s Isomorphismus auf die Verbindungen, welche in unsern metallurgischen Werkstätten gebildet werden, ohne Zweifel von ähnlichen Kräften wie die, welche in der Natur gewirkt haben oder noch wirken. Die bei Schmelzprozessen zwischen den einzelnen Elementen zu Stande kommenden Verbindungen folgen den allgemeinen Gesetzen der chemischen Verwandtschaft, und deshalb bilden sich, selbst bei sehr irrationellen Schmelzbeschickungen, nothwendigerweise immer Schlacken von eben so bestimmten Verhältnissen wie die natürlichen Verbindungen, welche Gegenstand der Forschung des Mineralogen sind.

*) *K. Vetensk. Acad. Handl.* 1822. *I.*

Diese Verbindung kann man auch schon bei der ersten Schmelzung erhalten, wenn die Erze, welche man zu Stein verschmilzt, sehr reich an Kupfer sind. So z. B. verhält es sich bei den Mansfeldschen Prozessen. Der Kupferschiefer daselbst führt hauptsächlich nur reiche Kupfererze, wie Fahlerze, Kupferlasur, Buntkupfererz u. s. w. und weniger häufig den gelben Kupferkies. Erwägt man nun, dafs dieser Schiefer ziemlich stark geröstet wird, in dem Grade, dafs man nicht selten in den gelbgebrannten Schieferplatten metallisches Kupfer entdeckt, so folgt natürlich daraus, dafs der dortige Stein sehr kupferreich werden wird. Die unter No. 4. aufgeführte Analyse ist von Berthier, nach dessen Vermuthung der Verlust bei derselben dem Kupfer angehört.

Berthier hat auch den bei der Mansfeldschen Rohkupferschmelzung abfallenden Dünnstein einer Analyse unterworfen, deren Resultate unter No. 5. angegeben sind.

Zu dieser Classe von Schwefelverbindungen gehört auch ein Theil der Producte, welche beim Rösten des Kupfersteins und der kupferkieshaltigen Schwefelkiese erhalten werden. Verfolgt man mit Aufmerksamkeit die successiven Veränderungen, welche diese Stoffe beim Rösten erleiden, so sieht man nicht ohne Verwunderung, dafs innerhalb der gerösteten Schale, welche schon in der ersten Periode gebildet wird, ganz neue Verbindungen zwischen den Metallen und dem Schwefel entstehen. Wenn so z. B. kupferhaltiger Kies auf einem pyramidalen Roste, wie er in den *Jeru-Contorets Annal. X. p.* 173. beschrieben worden, einer langsamen Röstung ausgesetzt wird, so bilden sich, nach einiger Zeit, concentrische Lagen von verschiedenen Schwefelverbindungen. Wenn ein so gerösteter Kieserzstein *KKK* mitten durchschlagen wird, so sieht man auf seinem Querschnitt



die verschiedenen Lagen ungefähr wie *a*, *b*, *c* liegen. Gewifs ist es merkwürdig, dafs der Kupfergehalt, der zuvor im Mittel zu 4 oder 5 Procent oder etwas darüber durch die ganze Masse gleichförmig vertheilt war, sich, wie der Schwefelgehalt, jetzt an gewissen Stellen vermehrt und dagegen an andern vermindert hat.

Die Analysen, welche mit einem solchen gerösteten Kieserze angestellt wurden *) haben gezeigt, dafs die Lage *a*, welche einen erdigen Bruch besitzt, gröfstentheils aus gerösteten Metallen besteht und nur 3 Procent Kupfer enthält, dafs aber die nächstfolgende Schicht *b*, welche den Metallglanz des Kupferkies besitzt, sich diesem auch in ihrer Zusammensetzung nähert, indem sie bis zu 20 Procent Kupfer enthält. Die Lage *c* oder der innere Kern, der im Ansehn einem Steine gleicht, gab einen Kupfergehalt von 14 Proc., verbunden mit Schwefel, nebst geschwefeltem und vielleicht auch etwas oxydirtem Eisen. Die erdigen Fossilien, welche das Kieserz vor der Röstung enthielt, fanden sich nichtsdestoweniger in ihrer Lage unverändert. Treibt man die Röstung eines solchen Steines noch weiter, so wird, wie sich gefunden hat, der gröfste Theil desselben geröstet, aber im Innersten des Steines bleibt immer noch ein kleiner bronzefarbener Kern, der bis 54 Proc. Kupfer enthält. Diese Verbindung, deren Analyse unter No. 6. aufgeführt ist, scheint der Formel $\acute{R}^3 \acute{R}$ zu entsprechen.

Hiemit ganz analog ist das Verhalten des Kupfersteins und sehr wahrscheinlich auch das mehrerer anderer Steine beim Rösten. Während der ersten Periode der Röstung bildet sich aus den gerösteten Metallen, hauptsächlich aus Eisenoxydul, eine Schale, deren Dicke allmälig zunimmt, und innerhalb dieser, bei der Röstungstemperatur noch nicht schmelzenden, Schale haben die schmelzbaren und sublimirbaren Stoffe eine günstige Gelegenheit, die Verbindungen zu bilden, zu denen sie vorzugsweise geneigt sind.

*) *Jern-Contorets Annal. XI. p.* 198.

Besonders dazu angestellte Röstungsversuche haben auch gezeigt, dafs eine weitere Röstung der innerhalb der gerösteten Schale liegenden Schwefelverbindungen äufserst langsam vor sich geht, oder, richtiger gesprochen, sich nicht zu Stande bringen läfst, bevor man nicht *entweder* die Temperatur so weit erhöht, dafs die Oxydulschale an einer Stelle schmilzt und den Gasen einen Ausgang darbietet, *oder* den Stein erkalten läfst, ihn zerstöfst, und mit neuer Oberfläche der Luft und der Wärme aussetzt. Betrachtet man den ungleichen Kupfergehalt der verschiedenen Röstungsproducte, so sieht man auch, dafs der Schwefel ein getreuer Begleiter des Kupfers ist, und dafs das Eisen eher als die andern Metalle seinen Schwefelgehalt abgiebt und sich oxydirt. Deshalb bilden sich zuerst messingfarbene Lagen, die in der Zusammensetzung dem Kupferkies nahe kommen, und bei längerer Fortsetzung der Röstung immer mehr und mehr Eisen im oxydirten Zustande abgeben; dabei halten sie in den bronzefarbenen Kernen am längsten das geschwefelte Kupfer zurück, welches sich seiner Zusammensetzung nach immer mehr und mehr dem Buntkupfererz nähert. Die gelben messingfarbenen Verbindungen, welche man in den gerösteten Kieserzen und Steinen antrifft, gehören zu einer andern Classe ($\acute{\bar{R}}\acute{R}^{n}$), und sollen daselbst aufgeführt werden. Von einem bronzefarbenen Kern aber, welcher, bei Röstung im Flammenofen, aus einem Stein erhalten wurde, dessen Kupfergehalt im Mittel 10 Proc. betrug, hat eine von Hrn. Broberg angestellte Analyse gezeigt, dafs in diesen Producten der Eisen- und Kupfergehalt sehr unter einander variiren können. Diese Analyse ist unter No. 7. angeführt.

Bei den Concentrationsschmelzungen der Kupfersteine, bei denen man an einigen Orten durch eine vorherige schwache Röstung die Oxydation des Eisens und durch eine Umschmelzung der Steine dessen Verschlakkung befördern will, um neue Steine von höherem Ku-

pfergehalt zu bekommen, erhält man auch eine Schwefelverbindung, welche den Dünnsteinen analog zusammengesetzt ist. Hieher gehören folglich auch die Producte, die bei dem englischen Kupferprozeſs durch eine oftmals wiederholte Umschmelzung der Steine erhalten werden.

II. Steine, zusammengesetzt nach der Formel $\acute{R}\acute{R}$.

Zu dieser Classe von Schwefelverbindungen gehören die Steine, welche bei folgenden Prozessen erzeugt werden.

1) Bei Kupfer-Suluschmelzungen, wo man kupferhaltige Erze mit gerösteten Eisenkiesen aller Arten, hauptsächlich aber mit FeS^2 verschmelzt, und nicht stärker röstet als nöthig ist, um noch so viel Schwefel zu behalten, daſs sie beim Schmelzen einen Stein geben, der den Kupfergehalt aufnimmt. Von dieser Art sind die Kupfersteine von Fahlun, Åtvidaberg, Tomtebo u. s. w.

2) Bei Kupfer-Suluschmelzungen, wo man, ohne vorherige Röstung, kupferkieshaltige Erze behandelt, welche neben dem Kupferkies wenig oder gar keinen Schwefelkies (FeS^2) führen, sondern hauptsächlich Kiese von niederen Schweflungsstufen und deren Verbindungen. Bei dieser Art von Erzen setzt man zuweilen Kalkstein als Fluſsmittel hinzu, oder dieser folgt dem Erze schon als Gangart. Ersteres ist der Fall bei Garpenberg, letzteres bei Tunaberg.

3) Bei Bleischmelzungen aus Bleiglanzerzen, welche mehrere Sorten Eisenkiese führen, und nach der Röstung mit geröstetem Schwefelkies oder Rohsteinen zur Schmelzung gebracht werden. Diese nehmen mehr oder weniger Blei auf, je nach dem Bleigehalt der Erze und nach dem Vermögen der Beschickungen, das Blei metallisch auszufällen. Doch geht der Bleigehalt dieser Steine selten bis zu 10 Procent. Hieher gehören die silberhaltigen Bleisteine von Sala, Fahlun u. s. w.

Die reichen Bleisteine (mit 30 bis 40 Procent Bleigehalt), welche bei der Harzer Schachtofenschmelzung erhalten werden, wo man das Blei aus reichen Bleiglanzerzen ausschmilzt, und zwar nach Röstung mit Zusatz von metallischem Eisen, habe ich nicht zu untersuchen Gelegenheit gehabt, aber aller Wahrscheinlichkeit nach gehören sie zu der vorhergehenden Classe oder zu $\overset{\prime}{R}^n\overset{\prime}{R}$.

In den bis jetzt untersuchten und zu dieser Classe gehörenden Steinen ist die eine Hälfte des Schwefels als FeS, und die andere als (Fe^2, Cu^2, Zn^2, Pb^2) S enthalten. Die Menge des Schwefels schwankt wenig, und beträgt ungefähr 26 Procent. Die Metalle dagegen können unter einander sehr stark variiren. Diese Steine sind überdiefs, wegen ihres grofsen Gehalts an Schwefeleisen, stark magnetisch. Bei Auflösung in verdünnten Säuren entwickeln sie Schwefelwasserstoffgas, aber weniger reichlich als die der folgenden Classe.

Die in den Tafeln unter No. 8., 9., 10., 11., 12. aufgeführten Beispiele gehören zu dieser Classe. In den Columnen daneben sind die Analysen auch nach der Formel $\overset{\prime}{R}^6\overset{\prime\prime\prime}{R}$ berechnet, welche eben so gut wie die andere mit den Analysen übereinstimmt. Für den Augenblick ist es schwer zu sagen, welche Vorstellungsart die richtigere sey.

III. Steine, zusammengesetzt nach der Formel $\overset{\prime}{R}\overset{\prime}{R}^n$.

Wenn man bei solchen Schmelzungen, bei denen gewöhnlich die Steine der zweiten Classe gebildet werden, zu der Beschickung noch eine Portion ungerösteten gelben Schwefelkieses (FeS^2) nimmt, so wird der Stein reicher an Schwefel und an FeS. Bei einer Suluschmelzung, welche im J. 1827 in der Fahluner Bergschule mit Kupfererz aus Flodbergs Gruben im Kirchspiel Åhls, in Dalekarlien, angestellt wurde, setzte man den übrigen Beschickungen 15 bis 20 Proc. rohen Fahluner Schwe-

felkieses hinzu. Die Erze von Flodberg führen Kupferkies, nebst Leberkies und Blende, in einem Glimmerschiefer mit Chlorit und Thongranaten. Der Zusatz von rohem Schwefelkies bewirkte, dafs die Nasenbildung*) verhindert wurde, wodurch sonst das Zugutemachen dieses Erzes sehr beschwerlich war. Der Zweck wurde vollkommen erreicht. Der erhaltene Stein zeigte sich auch schwefelreicher als der gewöhnliche, entwickelte bei Auflösung in Säuren reichlich Schwefelwasserstoffgas, und gab beim Rösten den Schwefel leicht ab. Beide Eigenschaften deuten auf einen höhern Gehalt an FeS, als gewöhnlich der Kupferstein besitzt, und diefs bestätigte sich auch bei den Analysen, die mit Steinen von drei verschiedenen Abstichen angestellt wurden. Sie zeigten, dafs das FeS zwei Drittel des Schwefels oder doppelt so viel als die übrigen Schwefelmetalle (Fe^2, Cu^2, Zn^2) S aufgenommen hatte. Diese Analysen sind unter No. 13., 14. und 15. aufgeführt.

In der Kupferhütte Gottenvik, wo man hauptsächlich Erze aus der Arvidsbergs-Grube verschmilzt, wird bei der Suluschmelzung ein schwefelreicher Stein erzeugt, der zu dieser Classe zu gehören scheint. Die Analyse desselben ist unter No. 16. angeführt. Bei einem weit höheren Kupfergehalt und einem geringeren Eisengehalt, als die drei nächst vorhergehenden, hat er doch einen gleichen Schwefelgehalt mit ihnen. Man sollte kaum in den Steinen von Gottenvik einen so hohen Schwefelgehalt erwarten, da man weifs, dafs die dortige Suluschmelzung durch eisenhaltige Bodenmassen, welche allmälig das Ofengestell ausfüllen, sehr belästigt wird, und da

*) Unter *Nase* versteht man in der Hüttenkunde nicht nur die Röhre von erkalteter Schlacke, welche beim Schmelzen der edlern Metalle vor dem Gebläse an den Formen gebildet wird, sondern auch die eisenhaltigen Massen oder erstarrten Schlacken, die allmälig vom Boden des Heerdes aufwachsen, und auf welchen sich die schmelzbaren Verbindungen flüssig erhalten.

man das, aus Kupferkies bestehende, Erz, welches mit theils weifsem, theils braunem Eisenkies gemengt im jüngeren Granit vorkommt, ungeröstet mit einem Zuschlag von Kalkstein verschmelzt. Der weifse Kies gehört zu der Art von Schwefelkies, welche man in einigen Kiesknollen findet, und welche, wenn sie an feuchter Luft liegt, eine grofse Neigung zum Verwittern und zur Bildung von Eisenvitriol in kleinen Krystallen zeigt. Die Ursache hievon ist, wie Hr. Prof. Berzelius vor langer Zeit gezeigt hat, ein Gehalt von FeS. Durch seinen höheren Schwefelgehalt, welcher wahrscheinlich näher an FeS^2 als an FeS liegt, trägt dieser weifse Kies ohne Zweifel dazu bei, die Steine von Gottenvik schwefelreich zu machen. Die Entstehung jener Bodenmassen, die in dieser Hütte so beschwerlich fallen, kann deshalb wohl nicht dem Mangel an Schwefel in den Steinen zugeschrieben werden; vielmehr hat sie ihren Grund wohl theils darin, dafs die feldspathreichen Bergarten schwer schmelzbare, mit Rohsteinstücken gemengte, Schlacken bilden, auf denen die leichtschmelzenden Schlacken sich fliefsend erhalten, theils wahrscheinlich auch darin, dafs Kalkstein und Schwarzkupferschlacke als Flufsmittel zugesetzt werden; durch den Kalkstein wird aus dieser Schlacke metallisches Eisen in Gestalt von gröfserem oder kleinerem Hagel ausgefällt, und dieser bildet dann einen Hügel, der allmälig so hoch anwächst, dafs die Schmelzung dadurch aufhören mufs.

Die Steine, welche so wie die vier letzten zusammengesetzt sind, besitzen gemeinschaftlich die Eigenschaft, dafs sie beim Rösten ihren Schwefel leichter abgeben, als die Steine der zweiten Classe. Zwar kennen wir die Bedingungen zu einer leichten Röstung und die Producte, welche dabei in verschiedenen Perioden und unter verschiedenen Umständen entstehen, nur sehr unvollkommen; allein die Erfahrung hat doch gezeigt, dafs, je schwefelreicher ein Stein ist, oder vielmehr je mehr FeS er ent-

hält, desto rascher auch seine Röstung geschieht. Diefs bestätigt sich täglich auf's Neue bei dem gewöhnlichen Wendrösten. Der in gröbere Stücke zerschlagene Stein röstet im ersten und zweiten Feuer gewöhnlich ganz schwach; dagegen aber geht die Abschweflung beim dritten und vierten Feuer viel lebhafter. Die Ursache hievon liegt in der schon vorher erwähnten merkwürdigen Eigenschaft, welche die Steine gemeinschaftlich mit den kupferhaltigen Kieserzen besitzen, dafs innerhalb einer abgerösteten Schale neue schwefelreichere Verbindungen entstehen. Diese neuen Verbindungen bilden sich erst beim zweiten und dritten Feuer, und, da man die Steine vor jedem der folgenden Feuer zerschlägt, so werden die schwefelreichen Kerne entblöfst, und diese tragen zu der stärkeren Abschweflung bei, welche hauptsächlich beim dritten und vierten Feuer eintritt. Die Bildung solcher höheren Schwefelverbindungen beim Rösten der Steine scheint nicht zufällig zu seyn, sondern sind dem Prozesse eigenthümlich. Bei Versuchen, wo der Stein, theils zur Nufsgröfse, theils kleiner als ein Hanfkorn zerschlagen, im Flammenofen geröstet wurde, zeigte jedes Stückchen, selbst das kleinste, nach Verlauf einer gewissen Röstungsperiode, ganz dasselbe Verhalten. Innerhalb einer mehr oder weniger dicken abgerösteten Schale wurde immer ein grüngelber kupferkiesartiger Kern angetroffen, dessen Durchmesser nach der Gröfse des Steinstückes vor der Röstung verschieden war. Darin aber, dafs durch eine vermehrte Zerkleinerung bei jedem Stückchen die Oberfläche in einem geringeren Verhältnisse als der Kubikinhalt abnimmt, liegt offenbar die Ursache, weshalb die Steine zerpocht oder gepulvert so bedeutend schneller als in gröfseren Stücken abrösten, und da diese Bedingung nur bei Röstung in einem Flammenofen erfüllt werden kann, so beruht vermuthlich hierin einer der Vorzüge dieser Röstung vor der in Gruben.

Das Merkwürdige dieser neuen Gebilde wird da-

durch noch vermehrt, dafs sie einen weit höheren Kupfergehalt aufnehmen, als der Stein vor der Röstung besafs. Diejenigen dieser Gebilde, welche den Steinen der ersten Classe gleich zusammengesetzt sind, wurden nebst den Umständen, unter welchen sie entstehen, schon dort angeführt. Dagegen gehören zu dieser dritten Classe die *gelbgrünen kupferkiesfarbenen Kerne.*

Der Schwefelgehalt in denselben ist eben so grofs wie in den vier bereits erwähnten Steinen dieser Classe. Unter No. 17. und 18. sind die Analysen zweier solcher, von einer abgerösteten Schale umgebener, *roher Kerne* angeführt; der eine stammte von einem Steine, der nur das erste Feuer durchgemacht hatte, der zweite von einer, längere Zeit hindurch auf dem Pyramidalroste gerösteten, kupferkieshaltigen Schwefelkiesmasse. Obgleich diese Kerne die Farbe, den Metallglanz und das übrige Ansehen des Kupferkieses besitzen, so haben sie doch eine andere Zusammensetzung als dieser, indem sie theils weniger Kupfer enthalten, theils eine Portion des Eisens auf einer andern Schweflungsstufe.

Gleich den Steinen der vorhergehenden Classe, lassen sich die zu dieser Classe gehörenden auch nach der allgemeinen Formel $\overset{\prime}{R}^{n}\overset{\prime\prime\prime}{R}$, welche für diese Classe $\overset{\prime}{R}^{3}\overset{\prime\prime\prime}{R}$ wird, berechnen, wie es auch in einer besondern Kolumne der Tafel geschehen ist.

Der schwefelreichste Stein, den ich bis jetzt untersucht habe, ist der, welcher bei dem Sala-Rohschmelzungsprozefz erhalten wird *). Der Stein erzeugt sich hauptsächlich aus gelbem Fahluner Schwefelkies (FeS^2), und er bekommt dadurch einen so grofsen Gehalt an FeS, dafs seine Zusammensetzung der Formel $\overset{\prime}{R}\overset{\prime}{R}^{3}$ entspricht. An feuchter Luft zeigt dieser Stein auch grofse Neigung zum Zerfallen, und er röstet sich so leicht, dafs

*) K. Vetensk. Acad. Handl. 1822. p. 72.

er zur vollständigen Abröstung kaum halb so viel Zeit als die Steine der andern Classe gebraucht. Unzweifelhaft rührt diefs zum Theil von dem grofsen Gehalt an FeS her. Die Analyse desselben steht in der Tafel unter No. 19.

Nur selten finden sich die Steine krystallisirt, und im Allgemeinen haben sie eine geringere Neigung zum Krystallisiren als die Schlacken. Die Steine der *ersten* zeigen diese Neigung am wenigsten von allen übrigen, und sie verrathen auch dadurch ihre Verwandtschaft mit dem Buntkupfererz, welches wohl selten oder niemals deutlich krystallisirt gefunden worden ist. Bei den Steinen der *zweiten* Classe ist das Streben zur Krystallisation schon etwas gröfser, obgleich noch schwach. In Drusenräumen findet man zuweilen kleine Krystalle in Gestalt platter Prismen, deren Bruchflächen spiegelnd sind. Besonders scheinen es aber doch die Steine der *dritten* Classe zu seyn, welche unter günstigen Umständen am leichtesten krystallisirt erhalten werden können. Zwar trifft man vollständig ausgebildete Krystalle höchst selten bei ihnen an, allein im Allgemeinen sind ihre Bruchflächen weit mehr spiegelnd. Ueberhaupt scheint die Neigung zur Krystallisation mit dem Schwefelgehalt oder vielmehr mit der Menge des elektronegativsten Metalles zu fallen und zu steigen, wie man Aehnliches auch bei den Schlacken sieht, von denen die aus Bisilicaten zusammengesetzten sehr zum Krystallisiren geneigt sind, während die aus einfachen Erd-Silicaten bestehenden selten oder niemals in regelmäfsigen Krystallen angetroffen werden.

So leicht es ist, den *höchsten* Schwefelgehalt eines Steines zu festzusetzen, so schwer ist es dagegen, den *niedrigsten* Schwefelgehalt desselben anzugeben. Als der letzteren Gränze sehr nahe kommend, dürfte indefs diejenige Schwefelverbindung zu betrachten seyn, welche man in den sogenannten *Nasen* oder eisenhaltigen Massen an-

antrifft, die in gewissen Hütten entstehen, besonders in denen, wo es entweder an schwefelreichen Kiesen fehlt, oder wo man stark basische Erden zu den Beschickungen der Erze nimmt. Sie enthalten ein halbgeschmeidiges Sulphuret, welches als der eigentlich nasenbildende Stoff angesehen werden kann, und welches in seiner Masse gewöhnliche Stein- und Schlackenstücke eingeschlossen enthält. Hauptsächlich enthält es Eisen mit einer geringen Portion Schwefel, verbunden beim Kupferprozefs mit Schwefelkupfer, und bei der Bleischmelzung mit Schwefelblei. Ein solches, von den Garpenberger Kupferprozesse herstammendes, Sulphuret, welches zu dünnen Blättchen ausgehämmert werden konnte, gab bei der Analyse:

Schwefel	4,95	Procent
Kupfer	8,60	- -
Eisen	86,90	- -
	100,45	

Obgleich die Bildung einer solchen Verbindung für jetzt nicht erklärt werden kann, so ist es doch von vielem Interesse, die Umstände, unter welchen diese Art von Gebilden zu Stande kommen, zu beobachten. Als einen der merkwürdigsten derselben betrachte ich den, dafs ein solches geschmeidiges Sulphuret einmal den Kern eines Steinfragmentes bildete, das im Flammenofen stark geröstet worden war; obgleich wir in dem Vorhergehenden sahen, dafs sonst die Steine beim Rösten in höhere Schweflungsstufen übergehn. Vermuthlich werden alle diese Erscheinungen künftig eine gemeinschaftliche und genügende Erklärung finden.

Steine zusammengesetzt

No.		Resultat der Analyse auf 100 Th.	
1.	Dünnstein v. d. Fahluner Schwarzkupferschmelzung. Johnsen.	Schwefel	24,50
		Kupfer	57,48
		Eisen	17,13
		Zink	0,74
			99,85.
2.	Dünnstein aus der Fahluner Silberhütte.	Schwefel	21,96
		Kupfer	59,75
		Eisen	13,73
		Blei	4,08
		Zink	1,00
			100,52
3.	Dünnstein der Garpenberger Rohkupferschmelzung. Wedholm.	Schwefel	22,216
		Kupfer	65,500
		Eisen	11,940
		Blei	1, 57
		Zink	0, 20
			101,426.
4.	Kupferstein von der Mansfelder Schieferschmelzung. Berthier.	Schwefel	23,2
		Kupfer	58,6
		Eisen	13,2
		Sand	0,6
			95,6.
5.	Dünnstein von der Mansfelder Schwarzkupferschmelzung. Berthier.	Schwefel	22,6
		Kupfer	59,8
		Eisen	15,8
			98,2.
6.	Bronzefarbener Kern in einem gerösteten kupferhaltigen Kieserz. *Jern-Cont. Ann.* 1827. 199.	Schwefel 19,8 Kupfer 47,4 Eisen 19,4 Erdsilicate 13,3 99,9	Schwefelverbindung in 100 Th.: Schwef. 22,9 Kupfer 54,7 Eisen 22,4
7.	Bronzefarbener Kern aus einem im Flammenofen gerösteten Kupferstein. Broberg.	Schwefel	20,11
		Kupfer	33,92
		Eisen	40,35
		Zink	0,71
			95,09.

nach der Formel $\acute{R}^{2}R$.

Analyse berechnet nach der Formel: $\acute{R}^{2}\acute{R}$.	$\acute{R}^{3}\acute{R}$.
Metall nimmt Schwefel auf: 1 Th. FeS 13,77 „ $\frac{24,50}{3}$ = 8,17 2 Th. { Fe^2S— 8,36 „ 0,99; Cu^2S—57,48 „ 14,61; Zn^2S— 0,74 „ 0,18 } 15,78	*Metall nimmt Schwefel auf:*
1 Th. FeS —12,34 „ $\frac{21,96}{3}$ = 7,32 2 Th. { Fe^2S— 1,39 „ 0,41; Cu^2S—59,75 „ 15,19; Pb^2S— 4,08 „ 0,31; Zn^2S— 1,00 „ 0,25 } 16,16	
1 Th. FeS —11,94 „ = 7,08 2 Th. { Cu^2S —65,50 „ 16,65; Pb^2S — 1,57 „ 0,12; Zn^2S — 0,20 „ 0,05 } 16,82	Dieser Dünnstein war mit zarten Fäden von metallischem Kupfer durchwebt, die sich nicht abscheiden liefsen.
1 Th. FeS —12,98 „ $\frac{23,2}{3}$ = 7,70 2 Th. { Fe^2S— 0,22 „ 0,06; Cu^2S—58,60 „ 14,65 } 14,71	
1 Th. FeS —12,69 „ $\frac{22,6}{3}$ = 7,58 2 Th. { Fe^2S— 3,11 „ 0,92; Cu^2S—59,80 „ 15,20 } 16,12	
	1 Th. FeS — 9,64 „ $\frac{22,9}{4}$ = 5,72 3 Th. { Fe^2S—12,76 „ 3,78; Cu^2S—54,70 „ 13,90 } 17,68
Die Analyse ist nicht berechnet wegen des bedeutenden Verlustes der durch theilweise Oxydation der Metalle entstand.	

No.		Resultat der Analyse.	
8.	Kupferstein von der Fahluner Sulu-Schmelzung. Bergsten, *Jern-Cont. Ann.* 1825.	Schwefel	26,074
		Eisen	60,295
		Kupfer	8,848
		Zink	1,094
		Erdarten	2,391
			98,702.
9.	Eine andere Probe desselb. Steins von einem andern Abstich. Bergsten l. c.	Schwefel	26,33
		Eisen	62,26
		Kupfer	8,32
		Zink	1,23
		Erdarten	0,50
			98,66.
10.	Eine andere Probe desselben Steins. Winkler. *Jern-Cont. Annal.* 1826. 185.	Schwefel	26,70
		Eisen	58,14
		Kupfer	9,81
		Zink	1,44
		Blei	0,58
		Kieselsäure	1,95
			98,62.
11.	Bleistein von einer Bleischmelzung und Bleiglanz von Rättvik. Schjölberg. *Jern-Cont. Annal.* 1828.	Schwefel	26,08
		Eisen	62,09
		Blei	6,15
		Kupfer	2,20
		Zink	0,44
			97,86
12.	Kupferstein von Garpenberg.	Schwefel	26,24
		Eisen	47,87
		Kupfer	19,68
		Blei	2,60
		Zink	2,90
			99,29.

nach der Formel $\overset{\prime}{R}\overset{\prime}{R}$.

Analyse berechnet nach der Formel:

$\overset{\prime}{R}\overset{\prime}{R}$				$\overset{\prime}{R}^{6}\overset{\prime\prime\prime}{R}$			
Metall nimmt Schwefel auf.				*Metall nimmt Schwefel auf.*			
1 Th.	FeS	21,967 „ $\frac{26,07}{2}$	=13,03	1 Th.	Fe^2S^3	9,77 „ $\frac{26,074}{3}$	= 8,69
1 Th.	Fe^2S — 38,338 „ 11,355 Cu^2S — 8,848 „ 2,250 Zn^2S — 1,094 „ 0,270		13,87	2 Th.	Fe^2S — 50,52 „ 14,97 Cu^2S — 8,85 „ 2,25 Zn^2S — 1,09 „ 0,27		17,49
1 Th.	FeS	22,20 „ $\frac{26,35}{2}$	=13,17	1 Th.	Fe^2S^3	9,89 „ $\frac{26,35}{3}$	= 8,79
1 Th.	Fe^2S — 40,06 „ 11,87 Cu^2S — 8,32 „ 2,12 Zn^2S — 1,23 „ 0,30		14,29	2 Th.	Fe^2S — 52,37 „ 15,59 Cu^2S — 8,32 „ 2,12 Zn^2S — 1,23 „ 0,30		18,01
1 Th.	FeS	22,52 „ $\frac{26,70}{2}$	=13,35	1 Th.	Fe^2S^3	10, 0 „ $\frac{26,70}{3}$	= 8,90
1 Th.	Fe^2S — 35,63 „ 10,56 Cu^2S — 9,81 „ 2,49 Zn^2S — 1,44 „ 0,36 Pb^2S — 0,58 „ 0,04		13,45	2 Th.	Fe^2S — 48,14 „ 14,26 Cu^2S — 9,81 „ 2,49 Zn^2S — 1,44 „ 0,36 Pb^2S — 0,58 „ 0,04		17,16
1 Th.	FeS	21,98 „ $\frac{26,08}{2}$	=13,04	1 Th.	Fe^2S^3	9,77 „ $\frac{26,08}{3}$	= 8,69
1 Th.	Fe^2S — 41,01 „ 12,15 Pb^2S — 6,15 „ 0,48 Cu^2S — 2,20 „ 0,55 Zn^2S — 0,44 „ 0,12		13,29	2 Th.	Fe^2S — 53,22 „ 15,67 Cu^2S — 6,15 „ 0,48 Pb^2S — 2,20 „ 0,55 Zn^2S — 0,45 „ 0,11		16,81
1 Th.	FeS	22,12 „ $\frac{26,24}{2}$	=13,04	1 Th.	Fe^2S^3	9,82 „ $\frac{26,24}{3}$	= 8,74
1 Th.	Fe^2S — 25,75 „ 7,62 Cu^2S — 19,68 „ 5,00 Pb^2S — 2,60 „ 0,20 Zn^2S — 2,90 „ 0,71		13,53	2 Th.	Fe^2S — 38,05 „ 11,27 Cu^2S — 19,68 „ 5,00 Pb^2S — 2,60 „ 0,20 Zn^2S — 2,90 „ 0,71		17,18

Steine zusammengesetzt

No.		Resultat der Analyse auf 100 Th.
13.	Kupfer-Sulustein beim Schmelzen von Flodberger Erzen, 1827, erster Abstich. *Jern-Cont. Ann.* 1828. Schjölberg.	Schwefel . . . . . 29,36 Eisen . . . . 59,39 Kupfer . . . . 8,52 Zink . . . . 1,00 98,27.
14.	Kupferstein von derselb. Schmelzung, zweiter Abstich, l. c.	Schwefel . . . . . 29,80 Eisen . . . . 59,10 Kupfer . . . . 8,86 Zink . . . . 0,52 99,28.
15.	Kupferstein von derselb. Schmelzung, sechster Abstich. Meurling l. c.	Schwefel . . . . . 30,00 Eisen . . . . 60,63 Kupfer . . . . 7,86 Zink . . . . 0,50 98,99.
16.	Kupfer-Sulustein von Gottenvik in Ostgothland.	Schwefel . . . . . 30,03 Eisen . . . . 45,15 Kupfer . . . . 23,58 98,76.
17.	Gelbgrüner kupferkiesartiger Kern in einem gerösteten Stein. Reuter. *Jern-Cont. Ann.* 1827. 188.	Schwefel . . . . . 29,30 Eisen . . . . 47,31 Kupfer . . . . 19,57 Zink . . . . 2,66 98,84.
18.	Mittelste gelbgrüne Lage in einem gerösteten Kieserze. Schjölberg l. c. p. 198.	Schwef. 26,12 — Gehalt an Schwefelverbindung in Procent: —29,99 Eisen 40,11 — —46,07 Kupfer 19,96 — —22,93 Zink 0,88 — — 1,01 Bergart u. Verl. 12,93 100,0.
19.	Sala-Schwarzschmelzung-Stein.	Schwefel . . . . . 33,10 Eisen . . . . 66,53 Zink . . . . 0,30 Spur von Kupfer . . 99,93.

nach der Formel $\acute{R}\acute{R}^n$.

Analyse berechnet nach der Formel:

$\acute{R}\acute{R}^2$.				$\acute{R}^3\overset{'''}{R}$.			
Metall nimmt Schwefel auf.				*Metall nimmt Schwefel auf.*			
2 Th.	FeS 32,99 „ $\frac{29,362}{2}$		=19,57	1 Th.	Fe^2S^3 16,50„ $\frac{29,36}{2}$		=14,68
1 Th.	Fe^2S—26,40 „ 7,82		10,23	3 Th.	Fe^2S —42,89„12,71		15,12
	Cu^2S— 8,52 „ 2,16				Cu^2S — 8,52„ 2,16		
	Zn^2S— 1,00 „ 0,25				Zn^2S — 1,00„ 0,25		
2 Th.	FeS 33,49 „ $\frac{2}{3}$.29,80		=19,87	1 Th.	Fe^2S^3 16,75„ $\frac{29,80}{2}$		=14,90
1 Th.	Fe^2S—25,61 „ 7,59		9,97	3 Th.	Fe^2S —42,35„12,55		14,93
	Cu^2S— 8,86 „ 2,25				Cu^2S — 8,86„ 2,25		
	Zn^2S— 0,52 „ 0,13				Zn^2S — 0,52„ 0,13		
2 Th.	FeS 33,72„ $\frac{2}{3}$.30—		=20,00	1 Th.	Fe^2S^3 16,86„ $\frac{30,0}{2}$		=15,00
1 Th.	Fe^2S—26,91„ 7,97		10,06	3 Th.	Fe^2S—43,77„12,97		15,06
	Cu^2S— 7,86„ 1,96				Cu^2S— 7,86„ 1,96		
	Zn^2S— 0,50„ 0,12				Zn^2S— 0,50„ 0,12		
2 Th.	FeS —33,75„ $\frac{2}{3}$.30,03		=20,02	1 Th.	Fe^2S^3 16,87„ $\frac{30,03}{2}$		=15,01
1 Th.	Fe^2S—11,40„ 3,38		9,37	3 Th.	Fe^2S—28,28„ 8,38		14,37
	Cu^2S—23,58„ 5,99				Cu^2S—23,58„ 5,99		
2 Th.	FeS —32,91„ $\frac{2}{3}$.29,30		=19,52	1 Th.	Fe^2S^3 16,43„ $\frac{29,30}{2}$		=14,65
1 Th.	Fe^2S—14,40„ 4,26		9,89	3 Th.	Fe^2S —30,88„ 9,15		14,78
	Cu^2S—19,57„ 4,97				Cu^2S —19,57„ 4,97		
	Zn^2S— 2,66„ 0,66				Zn^2S — 2,66„ 0,66		
2 Th.	Fe^2S 33,70„ $\frac{2}{3}$.29,99		=19,99	1 Th.	Fe^2S^3—16,85„ $\frac{29,99}{2}$		=14,99
1 Th.	Fe^2S—12,37„ 3,67		9,75	3 Th.	Fe^2S —29,22„ 8,66		14,74
	Cu^2S—22,93„ 5,83				Cu^2S —22,93„ 5,83		
	Zn^2S— 1,01„ 0,25				Zn^2S — 1,01„ 0,25		
Berechnung nach der Formel: $\acute{R}\acute{R}^3$.							
3 Th.	FeS —41,93„ $\frac{2}{3}$.33,10		=24,87				
1 Th.	Fe^2S —24,60„ 8,29		8,36				
	Zn^2S— 0,30„ 0,07						

IV. *Beobachtungen über die Veränderungen, welche die Metalle in ihren physischen Eigenschaften durch gemeinschaftliche Wirkung des Ammoniakgases und der Wärme erleiden; von Hrn. C. Despretz.*

(*Annal. de chim. et de phys. T. XLII. p.* 122.)

Die Veränderungen, welche die Metalle in der Rothglühhitze durch das Ammoniakgas erfahren, sind Gegenstand der Untersuchung mehrerer Chemiker und Physiker gewesen.

Um Humphry Davy's Meinung, dafs das Ammoniak eine ähnliche Zusammensetzung wie die übrigen Alkalien haben möge, zu prüfen, leitete Berthollet, der Sohn, einen stark erhitzten Strom von Ammoniakgas über Eisen, und er sah dabei, dafs dasselbe, ohne an Gewicht zuzunehmen, brüchig wurde.

Hr. Thénard bemerkte, dafs mehrere Metalle, wie Eisen, Kupfer, Gold, Silber und Platin, das Ammoniak zersetzten, und zwar in verschiedenem Grade der Stärke, das Eisen weit stärker als das Kupfer, und dieses wiederum weit stärker als die drei übrigen Metalle. Da er überdiefs fand, dafs das Stickgas und das Wasserstoffgas, welche bei dieser Zersetzung entbunden wurden, wie in dem Ammoniak, in dem Volumensverhältnisse 1:3 standen, und da er zwischen dem Gewichte des Eisens vor und nach der Behandlung mit Ammoniakgas keinen merklichen Unterschied wahrnehmen konnte, so schlofs er, dafs die Metalle ihre neuen physischen Eigenschaften in diesen Versuchen durch eine neue Anordnung ihrer Theilchen erhalten hätten.

Hr. Ampère glaubte, zu einer Zeit, als man noch keine Gewichtszunahme beobachtet hatte, dafs sich an-

fänglich ein Azotür bilde, und dafs sich dasselbe unmittelbar nach seiner Bildung wieder zersetze.

Um zu sehen, ob sich wirklich eine besondere Verbindung bildete, bestimmte ich die Dichtigkeit des Eisens und des Kupfers vor und nach dem Versuche, und hiebei fand ich, dafs diese Metalle, ohne merklich an Gewicht zugenommen zu haben, beträchtlich an Dichte verloren hatten. So hatte sich die Dichte des Kupfers von 8,9 auf 5,5 vermindert.

In einer Notiz, die Hr. Savart seitdem über diesen Gegenstand bekannt gemacht hat *), führt er an, dafs hiebei das Kupfer um $\frac{1}{300}$, das Eisen aber nur um $\frac{1}{650}$ an Gewicht zunehme, und er schreibt diese Gewichtszunahme einer Verbindung dieser Metalle mit dem Ammoniak oder mit einem der Bestandtheile desselben zu. Die Dichte nimmt, nach diesem Physiker, beim Kupfer in dem Verhältnisse 8,86:7,79, und beim Eisen in dem Verhältnisse 7,78:7,76 ab.

Bei meinen Versuchen habe ich angenommen, dafs die von Hrn. Thénard gefundene Gewichtszunahme von $\frac{1}{300}$ zu vernachlässigen sey, und ich glaube auch, dafs selbst die Zahl $\frac{1}{300}$, welche Hr. Savart erhalten hat, noch nicht grofs genug ist, um bei den Physikern und Chemikern den Verdacht zu entfernen, dafs Luft, kohlensaures Ammoniak oder die ölige Substanz, die dieses Alkali oft mit sich führt, die beobachteten Resultate hervorgebracht habe.

Um neue Data zu haben, nahm ich meine früheren Versuche wieder vor, und dabei erhielt ich immer eine beträchtliche Dichtigkeitsabnahme, obgleich zuweilen auch eine Gewichtszunahme von weniger als $\frac{1}{300}$, was zeigt, dafs die Verbindung zwischen dem Metall und dem Ammoniak oder seinen Bestandtheilen immer statt findet.

Als ich das Eisen zu wiederholten Malen der Wirkung des Ammoniakgases aussetzte, sah ich, dafs dasselbe sein

*) Man sehe diese Ann. Bd. 89. S. 172. P.

Gewicht bis zu 11,5 Procent vermehren konnte. Folgendes sind die Resultate mehrerer Versuche:

5grm.,928	Eisen wurden zu	6,612,	oder 100	zu	111,538
9 ,427	- - -	10,102	- 100	-	107,162
6 ,587	- - -	7,095	- 100	-	107,728
29 ,960	- - -	31,472	- 100	-	105,046
7 ,955	- - -	8,553	- 100	-	107,517

Setzt man demnach das Eisenatom gleich 33,92 und das Stickstoffatom gleich 8,74, und nimmt man an, dafs das bei diesen Versuchen Absorbirte Stickstoff sey, so wird das Product ein Sub-Azotür seyn.

Die Gewichtszunahme, welche sich bei meinen Versuchen gezeigt hat, ist im Vergleich zu der von andern Chemikern gefundenen zu beträchtlich, als dafs man nicht geneigt seyn sollte, einen Theil derselben auf Rechnung einer Oxydation, sey es nun durch Luft, durch Wasser oder durch die Kohlensäure, zuzuschreiben. Es wird daher nicht unnütz seyn, einiges Detail über die Art der Anstellung dieser Versuche anzugeben.

Die Wirkung der Luft verhinderte ich dadurch, dafs ich das Ammoniakgas sowohl vorher, ehe ich die das Metall enthaltende Porcellanröhre erwärmte, eine lange Zeit durch dieselbe leitete, als auch nachher bis zu ihrem gänzlichen Erkalten. Das Wasser vermied ich, indem ich das Gas erst durch ein mit Chlorcalcium gefülltes Rohr von dem Durchmesser eines Zolls und der Länge eines Meters gehen liefs, und endlich entfernte ich die Kohlensäure durch Waschen des Ammoniakgases mit kaustischem Kali. Zwar läfst, nach Hrn. Gay-Lussac, das Chlorcalcium dem Gase eine geringe Menge Wasserdampf, aber eine so geringe, dafs sie, vermöge der Anwesenheit der grofsen, aus der Zersetzung des Ammoniaks entstandenen Menge von Wasserstoffgas, während der ganzen, gewöhnlich 6, 7 und selbst 8 Stunden langen, Dauer des Versuchs nicht den mindesten Einflufs ausüben konnte.

Ueberdiefs ist es sehr leicht zu sehen, ob das Eisen eine schwache Oxydation erfahren habe; denn dann ist es auf der Oberfläche bläulich. Jedesmal, wenn die Oberfläche des Metalls die geringste Färbung zeigte, wurde das Product wieder in die Porcellanröhre gebracht und von Neuem der Wirkung des Ammoniakgases unterworfen; nur diejenigen Versuche betrachtete ich als gut, in denen das Eisen die Weifse des unpolirten Platins besafs.

Das so mit Ammoniakgas behandelte Eisen ist weifs, brüchig und selbst zerreiblich, auch leichter, und an der Luft und im Wasser weniger veränderlich als das gewöhnliche Eisen. Es hat seine Leichtlöslichkeit in Säure und seine Fähigkeit für Magnetismus behalten. Seine Dichte ist manchmal bis auf 5 vermindert.

Was ist die Ursache der Veränderungen, welche die Metalle in ihren physikalischen Eigenschaften zeigen, wenn sie bei Rothglühhitze der Wirkung des Ammoniakgases ausgesetzt werden? Es ist nothwendigerweise die Vereinigung des Metalls mit einem der Bestandtheile des Ammoniaks, entweder für die Dauer oder für den Augenblick. Ich sage: *für den Augenblick*, weil in der That bei Verbindung eines Metalls mit irgend einem Körper die Molecüle des ersteren verschoben, also die Eigenschaften dieses Metalls verändert werden, auf wie kurze Zeit die Verbindung auch Bestand haben mag. So habe ich mehrmals beobachtet, dafs Eisen und Kupfer ihr Volumen sehr vergröfserten, ohne an Gewicht mehr als um $\frac{1}{1000}$ zuzunehmen. Der Zutritt einer so geringen Menge eines Stoffes kann aber, nach allen Analogien, nicht solche Veränderungen erzeugen, wie man sie bei den in Rede stehenden Versuchen beobachtet. Der Stahl z. B., welcher ungefähr $\frac{1}{100}$ Kohlenstoff enthält, weicht in seinem Ansehen und in seinen meisten physischen Eigenschaften sehr wenig vom reinen Eisen ab.

Um zu sehen, bis wie weit die Dichte und die Cohäsion eines Metalls durch seine vorübergehende Verbin-

dung mit einem Gase wohl verändert werden könnten, oxydirte ich Eisen durch Erhitzen bis zum Rothglühen in Wasserdampf, und reducirte es dann wieder vollkommen durch reines Wasserstoffgas, in einer bei weitem nicht bis zum Schmelzpunkt desselben reichenden Temperatur. Die Cohäsion war aufserordentlich geschwächt, und die Dichte auf 6,18 vermindert, während sie bei dem reinen Eisen 7,79 beträgt. Die Dichtigkeitsabnahme betrug also $\frac{1}{5}$, obgleich das Eisen nicht die mindeste Spur von Sauerstoff mehr enthielt.

Gesetzt, es fände sich nun keine Gewichtszunahme, so dürfte man doch nicht schliefsen, dafs keine Verbindung stattgefunden habe, sondern vielmehr, dafs die Verbindung wieder zerstört worden sey, bei einer Temperatur, bei der dieses Metall noch nicht zum Schmelzen kam.

Welche Substanz verbindet sich nun aber in diesen Versuchen mit dem Metall? Ist es Sauerstoff, oder Kohlenstoff, oder ist es Ammoniak oder einer der Bestandtheile desselben?

Um zu erfahren, ob es wohl Sauerstoff sey, leitete ich in der Rothglühhitze Wasserstoffgas über eine bekannte Gewichtsmenge von dem mit Ammoniak behandelten Eisen. Das Wasserstoffgas war, ehe es zum Metall gelangte, getrocknet, und ging auch hernach durch ein mit Chlorcalcium gefülltes und genau gewogenes Rohr. $7^{gm.}$,094 des mit Ammoniak behandelten Eisens, gaben $6^{gm.}$,585 reinen Eisens, verloren also 0,509 *); das Chlor-

*) Dieser Verlust bestand, wie Hr. D. weiterhin bemerkt, aus Stickstoff. Hat sich nun dieser gänzlich mit dem Wasserstoff zu Ammoniak verbunden, so wäre das Verhalten des Eisens zum Ammoniak und des Stickstoffeisens zum Wasserstoff ein ähnliches wie das des Eisens zum Wasserdampf und des Eisenoxyds zum Wasserstoffgas; hat sich indefs, was fast wahrscheinlich ist, das Wasserstoffgas nicht gänzlich mit dem Stickstoff zu Ammoniak verbunden, so bleibt es sehr räthselhaft, weshalb das erstere den letzteren vom Eisen abschied, wenn nicht etwa diese

calcium hatte nur um $0^{gm.},05$ an Gewicht zugenommen. Die mit dem Eisen verbundene Substanz bestand demnach nur zu einem Zehntel aus Sauerstoff. Andere solche Versuche gaben eine noch weit geringere Menge Wasser. Auch muſs ich noch hinzufügen, daſs reines Wasser, durch welches das zur Reduction des Eisens gebrauchte Wasserstoffgas geleitet wurde, Veilchensyrup grünte, was beweist, daſs sich Ammoniak gebildet hatte.

Hienach wird es wahrscheinlich, daſs die absorbirte Substanz Stickstoff sey. Die folgenden Versuche werden diese Wahrscheinlichkeit in Gewiſsheit umwandeln.

Mit Ammoniak behandeltes Eisen, mit Schwefelsäure übergossen, gab ein Gemenge von Wasserstoff- und Stickstoffgas. Das Metall wurde in eine Glocke gebracht, die mit gesäuertem Wasser vollständig gefüllt war, um den Zutritt der Luft auszuschliefsen, durch den Irrthümer hätten entstehen können. Auf diese Weise fand ich in 100 Theilen des entwickelten Gases bis zu 6 Stickstoff.

Alle Eisenstücke, welche bei der Behandlung mit Ammoniak an Gewicht zugenommen hatten, lieferten Stickgas bei der Auflösung in Säuren.

Ich muſs auch bemerken, daſs das Volumen des entwickelten Gemenges von Wasserstoff- und Stickstoffgas geringer ist als das Gasvolumen, welches man mit einer gleichen Gewichtsmenge reinen Eisens bekommt. Dieſs rührt davon her, daſs sich Ammoniak bildet, dessen Erzeugung hier durch die Gegenwart der Säure begünstigt wird. Verdampft man die Flüssigkeit, welche den Ueber-

Abscheidung bloſs durch die Hitze bewirkt worden ist. Jedenfalls scheint mir daraus hervorzugehen, daſs die Behandlung des Eisens mit Ammoniak nicht die vortheilhafteste Art zur Darstellung des Stickstoffeisens seyn könne. Auch steht wohl kaum zu hoffen, daſs man eine homogene Verbindung erhalten werde, so lange man das Eisen in Drähten oder soliden Stücken anwendet; in der Zertheilung, wie man es bei der Reduction des Oxyds durch Wasserstoffgas bekommt, verdient es gewiſs in jeder Hinsicht bei diesen Versuchen den Vorzug. *P.*

schufs der Säure und Eisenchlorür (falls man nämlich Salzsäure angewendet hatte. *P.*) enthält, und wäscht den Rückstand mit gebranntem Kalk, so entwickelt sich Ammoniak in grofser Menge.

Das vom Eisen Absorbirte kann weder Wasserstoff- noch Ammoniakgas seyn, denn im ersten Fall würde sich vom Wasserstoffgas ein gröfseres Volumen als beim reinen Eisen entwickelt haben, und im zweiten Fall dagegen ein eben so grofses, während wir ein geringeres fanden.

Es ist nicht erlaubt, den Kohlenstoff einen merklichen Antheil an der Gewichtszunahme beizulegen, weil das reine Eisen fast eben so viel Kohlenstoff hinterläfst als das mit Ammoniak behandelte Eisen. Indefs, da diese Rückstände in ihrem Ansehen verschieden sind, so werde ich sie untersuchen.

Alles, was bis jetzt angeführt worden, gilt vom Eisen. Das *Kupfer* wird noch mehr in seinen physischen Eigenschaften verändert. Die Dichte desselben nimmt bis zu 5,5 ab, also um mehr als ein Drittel, es wird schiefriger und poröser, und färbt sich sehr verschiedenartig, grau, gelb, grünlich, orangenfarben, rosenroth, purpurfarben, je nach den Umständen; auch nimmt es immer ein krystallinisches Ansehen an. Ungeachtet dieser grofsen Veränderungen in seinen physischen Eigenschaften, enthält das Kupfer doch wenig fremde Stoffe.

Aus dem Vorhergehenden ist man jedoch zu schliefsen berechtigt, dafs das Kupfer sich mit einer beträchtlichen Menge Stickstoff verbinde, dieselbe aber bald wiederum abgebe, und dafs hiebei seine Theilchen in einen so grofsen Abstand von einander zurückbleiben, dafs Dichte, Cohäsion und Verhalten zum Lichte abgeändert werden. Was das Platin und Gold betrifft, so erleiden sie keine merkliche Umänderung.

Es ist demnach, wie ich glaube, durch diese Versuche erwiesen, dafs die Veränderungen, welche die Wirkung des Ammoniakgases in den Eigenschaften der Me-

talle herbeiführt, von einer dauernden oder vorübergehenden Verbindung des Stickstoffs mit den genannten Metallen herrühren.

Zur Zeit, als Hr. Thénard seine Versuche anstellte, suchte man die Erscheinungen, welche uns beschäftigen, durch eine Verschiedenheit in der Wärmeleitung der Metalle zu erklären. Man sah mit Erstaunen, dafs das Eisen, welches ein schlechterer Wärmeleiter als Kupfer, Silber, Gold und Platin ist, lebhafter als diese vier Metalle das Ammoniakgas in der Wärme zersetzte. Damals kannte man nur die Jngenhoufs'sche Bestimmungen über die Wärmeleitung. Aus der Tafel über das Verhältnifs der Wärmeleitungen, welche ich vor einigen Jahren der Academie übergab, ersieht man, dafs das Wärmeleitungsvermögen hier nur eine ganz secundäre Rolle spielt, und dafs hingegen die Verwandtschaft des Metalles zum Stickstoff den gröfsten Antheil an dieser Erscheinung besitzt.

Wenn man diese Versuche mit denen der HH. Gay-Lussac und Thénard über das Kalium und Natrium vergleicht, so ist man gewissermafsen berechtigt vorherzusagen, auf welche Weise sich alle wohl charakterisirten Metalle verhalten werden.

Ich wollte mich anfänglich mit der physikalischen, als der wichtigsten Seite der Aufgabe befassen, da die andere nur Detail betrifft; indefs habe ich mir vorgenommen, alle Metalle auf eben die Art, wie das Eisen, Gold und Platin, zu behandeln.

Die Versuche, welche ich die Ehre habe, der Academie vorzulegen, erregen eine Frage, die zwar schon bestritten, aber nicht entschieden worden ist: ich meine die elementare Zusammensetzung des Ammoniaks. Ist diese Base den sauerstoffhaltigen Basen analog, d. h. aus einem Metalle und Sauerstoff zusammengesetzt, oder mit andern Worten: ist der Stickstoff ein oxydirter Körper?

H. Davy hatte diese Meinung, zu der er durch

Analogie so natürlich geleitet wurde, zuerst ausgesprochen; Hr. Berzelius berechnete sogar die Sauerstoffmenge, welche der Stickstoff und der Wasserstoff enthalten müfsten. Chemiker, deren Meinung unzweifelhaft von grofsem Gewicht in der Wissenschaft ist, haben diese Meinung verworfen, und betrachten Stickstoff und Wasserstoff als einfache Körper. Andere Physiker und Chemiker von ausgezeichnetem Verdienste haben dagegen nicht gewagt sich hierüber auf eine entscheidende Weise auszusprechen. Noch andere endlich halten die Hypothese aufrecht, nach welcher das Ammoniak in seiner Zusammensetzung den Alkalien, Kali, Natron u. s. w. analog ist.

Sobald ich entscheidende Versuche erhalte, werde ich mich beehren die Academie mit ihnen bekannt zu machen.

V. *Beobachtungen über den Jod- und Chlorstickstoff; von Hrn. Sérullas.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLII. p.* 200.)

Da einige Chemiker einen Schwefelstickstoff annehmen, ohne die Möglichkeit seiner Existenz erwiesen zu haben, so glaubte ich, dafs man diesen Körper, falls er sich erzeugen könnte, erhalten müfste, wenn man Schwefelwasserstoff mit Jodstickstoff in Berührung brächte. Die bekannte Wirkung des Jods auf den Schwefelwasserstoff machte eine Bildung von Jodwasserstoffsäure und Schwefelstickstoff unter diesen Umständen sehr wahrscheinlich.

Mengt man Jodstickstoff mit einer Lösung von Schwefelwasserstoff, so tritt die Zersetzung fast plötzlich ein, wie man diefs an der reichlichen Fällung einer weifsen, wie Schwefelmilch aussehenden, Substanz erkennt. Da keine Gasentwicklung hiebei statt findet, so könnte man glauben, dafs die gesuchte Reaction eingetreten sey. Unter-

tersucht man aber die Producte, so findet man nur Schwefel, jodwasserstoffsaures Ammoniak, und einen geringen Ueberschufs von Jodwasserstoffsäure, herrührend von einer veränderlichen Menge Jod, die oft dem Jodstickstoff beigemengt ist, da ein gröfserer oder geringerer Theil des letzteren beim Auswaschen zersetzt, also das ungemein wenig lösliche Jod vorwaltend wird.

Die unvermuthete Gegenwart des Ammoniaks unter diesen Umständen liefs glauben, entweder, dafs der Jodstickstoff durch das Auswaschen nicht völlig von dem gleichzeitig entstandenen jodwasserstoffsauren Ammoniak befreit worden war, oder, dafs sich, wegen geringer Verwandtschaft des Stickstoffs zum Schwefel, das Ammoniak durch einen Theil des Wasserstoffs der Schwefelwasserstoffsäure wieder erzeugt hatte, oder endlich, dafs der Stickstoff möglicherweise unbemerkt entwichen war.

Jedenfalls war es nöthig den Versuch zu wiederholen, mit der Vorsicht, den Jodstickstoff so lange auszuwaschen, bis er das Curcumä nicht mehr röthete, und bis man durch Reagenzien sich die Gewifsheit verschafft, dafs das Auswaschwasser kein Ammoniak mehr enthielt.

Dieser, vollkommen ausgewaschene, Jodstickstoff wurde, wie vorhin, mit einer Lösung von Schwefelwasserstoff gemengt. Die Resultate waren den früheren gleich; es wurde kein Gas entwickelt, dagegen Schwefel abgesetzt und jodwasserstoffsaures Ammoniak mit Ueberschufs an Säure gebildet. Bei mehrmaliger Wiederholung gab der Versuch immer dieselben Resultate.

Es mufs noch bemerkt werden, dafs die bekannten Detonationen des Jodstickstoffs fast immer bald die Schalen, bald die Trichter und Gläser zertrümmerten, bevor die Auswaschungen vollendet waren, und dafs mich diefs gezwungen haben würde, meine Versuche aufzugeben, wenn ich nicht gefunden hätte, dafs der Jodstickstoff, wenn er auf die weiterhin beschriebene Weise bereitet wird, gar nicht oder nur sehr selten detonirt, sobald man ihn

im feuchten Zustande behandelt, wo auch die Detonationen nur schwach sind.

Dafs Ammoniak beständig zum Vorschein kam, war sehr merkwürdig, da man, wegen der stattfindenden Umstände, nur annehmen konnte, entweder, dafs es neu erzeugt oder durch den Schwefelwasserstoff blofs abgeschieden worden sey. Ich habe daher, aufser der fast augenblicklich und ruhig vor sich gehenden Zersetzung des Jodstickstoffs durch Schwefelwasserstoff, noch ein anderes directeres Mittel versucht, um die Reaction in allen ihren Producten zu verfolgen, deren aufmerksame Untersuchung allein die Zweifel in dieser Beziehung heben konnten.

In eine mit Wasser gefüllte Glocke, die umgekehrt auf einen ebenfalls Wasser enthaltenden Teller gestellt war, brachte ich eine gewisse Menge Jodstickstoff, eingeschlagen in Papier, damit nichts verloren gehe. Nun wurde das Ganze gelinde erhitzt. Es entwickelte sich sehr wenig Stickgas, es schied sich Jod ab, und der Jodstickstoff wurde schnell und vollständig zersetzt. Die Flüssigkeit gab, bei Untersuchung mit Reagenzien, Ammoniak.

Derselbe Versuch wurde bei gewöhnlicher Temperatur und bei gröfserem Verhältnifs von Wasser wiederholt. Nach einigen Stunden verrieth sich das freie Jod durch eine Färbung der Flüssigkeit; auch trat allmälig eine schwache Gasentwicklung ein. Die filtrirte und eingedampfte Flüssigkeit hauchte, bei Behandlung mit Kalk, Ammoniak aus. Zur vollständigen Zersetzung einer gewissen Menge Jodstickstoff, die im Wasser sich selbst überlassen wurde, bedurfte es eines oder zweier Tage.

Bei andern, auf ähnliche Weise, sowohl in der Kälte als in der Wärme angestellten, Versuchen wurde so viel verdünnte Schwefelsäure oder Salzsäure hinzugesetzt, bis dafs das Wasser, in welchem sich der Jodstickstoff befand, das Lackmuspapier hinlänglich röthete. Die Zer-

setzung geschah in einigen Minuten, auch setzte sich, ohne Gasentwicklung, Jod ab. Das Daseyn des Ammoniaks wurde wie vorhin ermittelt.

Es ist noch zu bemerken, dafs, wenn man bei diesen Versuchen Jodstickstoff, so wie er durch das gewöhnliche Verfahren erhalten wird, anwendet, und man ihn in reinem Wasser erhitzt, oder ihm, selbst in sehr kleinen Portionen, verdünnte Salpetersäure oder Schwefelsäure hinzusetzt, sehr starke Zerplatzungen und oft selbst Verpuffungen entstehen, welche die Gefäfse zertrümmern. Dieser Uebelstand wird vermieden, wenn man den Jodstickstoff durch Vermischung einer alkoholischen Jodlösung mit flüssigem Ammoniak bereitet.

Diese sehr merkwürdige Verschiedenheit läfst sich von mehreren Ursachen ableiten. Erstlich mufs der mit Alkohol bereitete Jodstickstoff eine in allen Theilen vollkommnere und deshalb festere Verbindung darstellen, und, da er sich in einem Zustande von aufserordentlicher Zertheilung befindet, auch bei Bewegung oder bei einem Druck eine weit geringere Reibung erleiden. Ueberdiefs weifs man, dafs die Detonation dieser Substanz, wenn sie feucht ist oder sich unter Wasser befindet, nur von Theilchen zu Theilchen geschieht; die Detonationen werden der Masse der einzelnen Theilchen proportional seyn, und diese ist bei dem nach der letzten Vorschrift bereiteten Jodstickstoff unendlich klein gegen die bei dem pulverförmigen Jodstickstoff.

Bis hieher, und vor Allem nach den blofs mit Wasser angestellten Versuchen, hatte ich geglaubt, dafs das Ammoniak schon gebildet in dem Jodstickstoff enthalten sey, dafs also dieser Körper nur ein Jod-Ammoniak *) darstelle, von dem das Ammoniak blofs

*) Eine solche Zusammensetzung schien mir eine Zeit lang um so wahrscheinlicher, als sie die, mit Luft- und Wärmeentwicklung begleitete, Detonation des Jod- und Chlorstickstoffs durch die Analogie mit der bekannten Wirkung des Chlors auf das Ammoniak genügend erklärte.

abgeschieden werde; denn es schien mir unwahrscheinlich, dafs gleichzeitig und fast unter gleichen Umständen, d. h. in Wasser, Ammoniak zersetzt und wieder gebildet werden würde, was indefs wirklich der Fall ist.

Der Jodstickstoff zersetzt, gleich andern Jodüren, Chlorüren und Bromüren, das Wasser; der Wasserstoff verbindet sich theils mit dem Stickstoff zu Ammoniak, theils mit einer Portion Jod zu Jodwasserstoffsäure; der Sauerstoff dagegen bildet, mit dem übrigen Jod, Jodsäure. In der That findet man in dem Wasser, worin der Jodstickstoff aufbewahrt oder, zur rascheren Erlangung eines Resultats, erhitzt worden ist, jodsaures und jodwasserstoffsaures Ammoniak, auch überdiefs Jod, herrührend von einer unmittelbaren Zersetzung einer gewissen Menge Jodstickstoff in Jod und Stickstoff.

Schüttet man eine Lösung von kaustischem Kali oder eine Kalkmilch nach und nach in kleinen Portionen zu Wasser, worin sich Jodstickstoff befindet, so bildet sich, unter Freiwerdung von Ammoniak, jodsaures Kali oder Kalk, wobei fast kein Stickstoff entwickelt wird, wenn man nur das Alkali nach und nach vorsichtig hinzuthut. Die reichliche Gasentwicklung, welche vorhin bemerkt worden ist, findet nur dann statt, wenn man das Alkali in Masse und in concentrirter Lösung hinzufügt; daraus entspringt eine Temperaturerhöhung, die hinreichend ist, den Jodstickstoff in Stickstoff und Jod zu zersetzen, auf welches letztere dann das Kali in seiner gewohnten Weise wirkt.

Wie man gesehen, geschieht die Zersetzung des Jodstickstoffs im Wasser, bei gewöhnlicher Temperatur in kürzerer oder längerer Zeit, dagegen rasch in der Wärme oder auf Zusatz von Schwefelsäure oder Salpetersäure. Der letztere Fall schliefst die Bildung der Jodwassersäure aus, welche dagegen im ersten Falle, bei alleiniger Anwendung von Wasser, stattfindet.

Die Gegenwart dieser Jodsäure ist leicht zu erweisen, entweder durch schweflige Säure, die, mit der Vor-

sicht, dafs sie nicht in Ueberschufs komme, hinzugesetzt, Jod niederschlägt, oder durch salpetersaures Silber, welches einen ganz in Ammoniak löslichen Niederschlag giebt.

Von der Wirkung der Chlorwasserstoffsäure auf den Jodstickstoff.

Diese Wirkung ist sehr merkwürdig. Sie giebt zu ganz andern Erscheinungen wie die der Schwefelsäure und Salpetersäure Anlafs, was von der zerstörenden Einwirkung herrührt, welche die beiden letzteren Säuren auf die Jodwasserstoffsäure und deren Verbindungen ausüben.

Schüttet man auf Jodstickstoff, der sich unter Wasser befindet, nach und nach verdünnte Chlorwasserstoffsäure, so lange bis sie ganz merklich vorwaltet, so verschwindet derselbe schnell und ohne Gasentwicklung. Setzt man nun eine Lösung von kaustischem Kali, bis auch sie in geringem Ueberschufs da ist, hinzu, so schlägt sich der Jodstickstoff wieder nieder. Man kann den letztern abwechselnd verschwinden und wieder erscheinen machen, so wie man entweder Säure oder Kali hinzusetzt; die Umwandlung geschieht so rasch, dafs man sagen würde, es wäre eine blofse Lösung des Jodstickstoffs in der Chlorwasserstoffsäure und eine Sättigung dieser letzteren.

Dem ist aber nicht so. Die Chlorwasserstoffsäure bewirkt, wie die beiden andern Säuren, eine Zersetzung des Wassers, und daraus entstehen auch hier Jodsäure, Jodwasserstoffsäure und chlorwasserstoffsaures Ammoniak. Zugleich reagirt die überschüssige Chlorwasserstoffsäure auf die Jod- und Jodwasserstoffsäure, und scheiden Jod von ihnen ab, das in der Chlor-Jodsäure gelöst bleibt. Das darauf hinzugesetzte Kali setzt Jod und Ammoniak in Freiheit, welche sich nun unter den günstigsten Umständen zur Erzeugung der verpuffenden Substanz befinden. Kohlensaures Natron oder Kali fällen gleichfalls Jodstickstoff aus dieser Lösung, und, wie beim kausti-

schen Kali, macht ein großer Ueberschuſs von ihnen den Niederschlag wieder verschwinden.

Man sieht demnach, daſs sich, durch die Wirkung und das Hinzutreten der Chlorwasserstoffsäure, der Jodstickstoff in eine ganz ähnliche Verbindung umgewandelt hat, wie die, welche von Hrn. Gay-Lussac *sous-chlorure d'iode* *) benannt worden ist, und hauptsächlich daran erkannt werden kann, daſs Alkalien Jod aus ihr fällen. Da diese Verbindung sich hier neben Ammoniak befindet, so macht das hinzugefügte Kali gleichzeitig Jod und Ammoniak frei, und diese bilden augenblicklich wiederum Jodstickstoff. Zugleich entsteht eine gewisse Quantität von jodsaurem und jodwasserstoffsaurem Kali, welche Salze dann, bei einem wechselsweisen Zusatz von Chlorwasserstoffsäure und von Kali, die geeigneten Materialien zum Erscheinen und Verschwinden des Jodstickstoffs hergeben. Das Sub-Chlorür von Jod habe ich schon früher als ein Mittel zur Bereitung des Jodstickstoffs angegeben **).

Folgende Versuche beweisen, daſs die Reaction auf die angeführte Weise vor sich gehen muſs.

1) In dem Maaſse, als man zu Jodstickstoff, der so lange, bis das Waschwasser durchaus nicht mehr das Curcumäpapier röthet, ausgesüſst worden ist, Chlorwasserstoffsäure hinzufügt, wird dieselbe eine gewisse Zeit lang neutralisirt. Diese Lösung enthält, nach langem Sieden, nur chlorwasserstoffsaures Ammoniak; das jodsaure und jodwasserstoffsaure werden, wie gesagt worden, zersetzt.

2) Schweflige Säure, in sehr geringer Menge der Lösung des Jodstickstoffs in Chlorwasserstoffsäure hinzugesetzt, fällt reichlich Jod, ein schon auf Jodsäure deutendes Kennzeichen. Schüttet man, statt der schwefligen

*) *Ann. de chim. T. XCI. p.* 50.

**) *Ann. de chim. et de phys. T. XXII. p.* 186.

Säure, salpetersaures Silber hinein, so bilden sich jodsaures Silberoxyd, Jod- und Chlorsilber.

3) Wenn man jodwasserstoffsaures Ammoniak in sehr kleinen Portionen zu der nämlichen Lösung des Jodstickstoffs in Chlorwasserstoffsäure hinzusetzt, so schlägt sich Jod nieder, aber es löst sich augenblicklich wieder auf, bis daſs das Chlorür mit ihm gesättigt ist, wo es dann in Suspension bleibt. Dieſs beweist, daſs die Jod- und Jodwasserstoffsäure ursprünglich in einem solchen Verhältnisse stehen, daſs, wenn die Chlorwasserstoffsäure ihre gegenseitige Zersetzung herbeiführt, diese nicht vollständig wird, sondern Jodsäure in Ueberschuſs zurückbleibt.

4) Kali in eine Lösung von jodsaurem und jodwasserstoffsaurem Ammoniak geschüttet, bringt darin keine sichtlichen Veränderungen hervor; wenn man aber zuvor Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt hat, so bildet sich sogleich ein Niederschlag von Jodstickstoff.

5) Endlich kann auch aus einem Gemenge von Jodsäure und Chlorwasserstoffsäure kein Jod durch Kali gefällt werden; wohl aber ist es der Fall, wenn man vorher Jod in dem Gemenge aufgelöst hat. Dieſs that Hr. Gay-Lussac, um die Identität eines solchen Gemenges mit einer Lösung von Chlorjod zu erweisen *).

Die erwähnte Wiedererzeugung von Ammoniak bei Gegenwart des wasserstoffgierigen Jods ist dadurch recht merkwürdig, als sie uns eines der bestcharakterisirten Beispiele von jener wechselseitigen und gleichzeitigen Wirkung der Körper giebt, welche wir *doppelte Wahlverwandtschaft* nennen, und welche Verbindungen giebt, die unter andern Umständen in Contact gebracht bei demselben Elemente auf entgegengesetzte Art wirken würden. Denn, wenn im gegenwärtigen Fall die gewöhnliche Verwandtschaft des Jods zum Wasserstoff durch nichts gestört würde, so müſste man Jodwasserstoffsäure und sal-

*) *Annal. de chim. T. XCI. p.* 52.

petrige Säure oder Salpetersäure erhalten; hier aber findet die Wirkung in einer andern Ordnung statt, weil das Streben einer Säure, sich mit einer Base zu verbinden, die Bildung sowohl der Säure als auch der Base bedingt. Diese Säure ist Jodsäure und die Basis Ammoniak.

Man sieht hieraus, weshalb, wie es die Beobachtung gezeigt hat, bei der freiwilligen Zersetzung von stickstoffhaltigen Thier- oder Pflanzenstoffen, Salpetersäure erzeugt wird, wenn sie mit Basen in Berührung stehen, dagegen Ammoniak, wenn die letzteren nicht zugegen sind.

Diesen Satz, den Hr. Gay-Lussac in seiner Anleitung zur Salpeterfabrication in Erinnerung gebracht hat, darf man bei der Anlegung künstlicher Salpeterplantagen nicht aus den Augen setzen.

Bei Untersuchung des Mohrrübensafts und der pectischen Säure hat Hr. Vauquelin neben sehr wichtigen allgemeinen Betrachtungen gezeigt, welche Einwirkung die Basen auf die Umwandlung der Pflanzensäuren in einander und auf deren Reproduction ausüben können *).

Bereitung des Jodstickstoffs.

Am günstigsten zur Bereitung des Jodstickstoffs sind, wie gesagt, die Umstände dann, wenn man Alkohol von 33° B. mit Jod sättigt, und die Lösung, nachdem man sie zur Abscheidung der immer vorhandenen Unreinigkeiten filtrirt oder decantirt hat, mit Ammoniak in großsem Ueberschuſs versetzt, und falls sie in einer Schale befindlich, mit einem Glasstabe umrührt. Nach Verdünnung mit Wasser setzt sich dann bei Ruhe der Jodstickstoff ab, so daſs man die über ihm stehende Flüssigkeit, mit ein wenig Geschicklichkeit, leicht bis auf die letzte Spur

*) Seitdem hat Hr. Gay-Lussac ungemein interessante Versuche über diesen Gegenstand angestellt, indem er durch diese gezeigt, daſs durch die Wirkung des Kali auf organische Substanzen oxalsaures Kali entsteht. (Man sehe das vorhergehende Heft dieser Ann. S 171.)

abgiefsen kann. Hierauf wäscht man den Jodstickstoff so lange aus, bis das Wasser nicht mehr auf Curcumäpapier wirkt; er stellt dann einen zarten und schwarzen Teig dar. Das Auswaschen ist mittelst Abgiefsen bequemer und schneller beendigt, als die mittelst des Filtrums; doch ist man bisweilen zu diesem genöthigt, weil der Jodstickstoff so ungemein fein vertheilt ist, dafs sich ein Theil desselben nur sehr langsam absetzt.

Durch die Lösung in Alkohol wird das Jod weit geschickter zur Eingehung der Verbindung als durch den Zustand von mechanischer Zertheilung, welchen es durch das Pülvern erlangt. Ueberdiefs hat man die, für schärfere Versuche nöthige Gewifsheit, dafs alles Jod wohl verbunden und das Product rein sey; der bedeutendste Vortheil hiebei besteht aber darin, dafs man es gehörig auswaschen und im Wasser umrühren kann, ohne Detonationen befürchten zu dürfen. Selbst das Drücken mit einem Glasstabe, welches den auf gewöhnliche Weise bereiteten Jodstickstoff zum detoniren bringt, ist ohne Wirkung auf ihn *).

Das aus seiner alkoholischen Lösung durch Wasser gefällte Jod, mit flüssigem Ammoniak in Berührung gebracht, giebt einen Jodstickstoff, welcher, wie der mit gepülvertem Jod bereitete, bei der geringsten Reibung in Wasser detonirt.

Man hat gesagt, dafs sich bei der Bereitung des Jodstickstoffs kein Gas entwickle; vom Gegentheil kann man sich aber überzeugen, wenn man entweder eine alkoholische Lösung von Jod oder gepülvertes Jod mit flüssigem Ammoniak in einer Röhre vermischt, die an einem Ende verschlossen und mit dem andern in eine mit Wasser gefüllte Schale gestellt worden ist. Man sieht dann, von dem ersten Augenblicke an, im obern Theile sehr

*) Gleiche Vorzüge besitzt der Jodstickstoff, welcher nach der im Bd. 90. S. 539. angegebenen Methode bereitet ist. P.

kleine Blasen von Stickgas platzeu und an Menge allmälig und rasch zunehmen.

Vom Chlorstickstoff.

Meine Beobachtungen über den Jodstickstoff haben mich veranlafst, mit dem Chlorstickstoff eben solche Versuche anzustellen, da die Analogie voraussehen liefs, dafs man bei letzterem ähnliche Resultate wie bei ersterem erhalten würde. In den Producten, welche der Chlorstickstoff giebt, wenn man ihn blofs mit Wasser oder zugleich mit einem auf letzteres nicht einwirkenden Körper in Berührung bringt, wurden indefs beträchtliche Verschiedenheiten beobachtet.

Ich habe eine ziemlich grofse Menge Chlorstickstoff auf die Weise bereitet, dafs ich eine Lösung von 1 Th. chlorwasserstoffsaurem Ammoniak und 15 Th. Wasser lauwarm in mehrere Teller vertheilte und Glocken, gefüllt mit Chlorgas, darüberstürzte. Nach 15 bis 20 Minuten war der Chlorstickstoff fertig, und man hatte nur dafür zu sorgen, von der Lösung nachzugiefsen, in dem Maafse als sie vermöge der Absorption des Chlors in den Glocken stieg.

Der Chlorstickstoff wurde, nachdem die Glocken mit der Vorsicht, dafs nichts durch Erschütterung verloren ging, abgehoben worden, in denselben Tellern, wo er sich gebildet hatte, mit destillirtem Wasser ausgewaschen. Das Auswaschen wurde so lange fortgesetzt, bis das Wasser nicht mehr das salpetersaure Silber fällte, um gewifs zu seyn, dafs nichts mehr von dem zu seiner Bereitung angewandten Salmiak zurückgeblieben war. Man hielt den Teller mit der Hand so geneigt, dafs sich der Chlorstickstoff am untern Theile desselben sammeln mufste, und liefs das Wasser fortwährend über ihn fliefsen, damit er stets bedeckt war und nicht verdampfen konnte, was sonst, wegen seiner grofsen Flüchtigkeit, an freier Luft die Sache eines Augenblicks ist.

Von diesem Chlorstickstoff wurden Portionen in grofse Eprouvetten gebracht, die schon etwas destillirtes Wasser enthielten, und die man darauf mit einer Lösung von Schwefelwasserstoff füllte. Bald machte abgesetzter Schwefel die Flüssigkeit milchig, und ab und zu zeigte sich auf der Oberfläche des Chlorstickstoffs eine Gasblase. Da der Schwefelwasserstoff nicht in hinlänglicher Menge zugegen war, so wurde er erneut, auch wurde, um diesen mit dem Chlorstickstoff gehörig zu vermischen und dessen Zersetzung zu beschleunigen, die obenstehende Flüssigkeit von Zeit zu Zeit in Bewegung gesetzt, und zwar dadurch, dafs man sie zum gröfsten Theile abgofs und wieder zurückschüttete. Glasstäbe darf man zum Umrühren nicht anwenden, weil die Reibung leicht eine Detonation herbeiführen kann.

Nach dem Verschwinden des Chlorstickstoffs wurde die Flüssigkeit etwas eingedampft und durch Filtriren vom Schwefel befreit; sie enthielt nun chlorwasserstoffsaures Ammoniak und einen Ueberschufs an Säure, welcher der in Freiheit gesetzten Menge Stickstoff proportional war, und der Menge Chlor entsprach, die durch den Schwefelwasserstoff in Chlorwasserstoffsäure umgewandelt worden.

Thomson (dess. Chemie, Th. I.) giebt an, dafs der Chlorstickstoff mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure eine grofse Menge Gas liefere, und, dafs in der Flüssigkeit chlorwasserstoffsaures Ammoniak zurückbleibe.

Der berühmte Entdecker des Chlorstickstoffs wurde bekanntlich durch die schweren Verwundungen, die ihm das wiederholte Zerplatzen seiner Apparate zugezogen hatten, in seiner Untersuchung dieser furchtbaren Substanz unterbrochen, und seitdem haben sich unsere Kenntnisse über dieselbe wenig vermehrt; einige Chemiker haben nur eine Liste von Substanzen gegeben, mit denen der Chlorstickstoff explodirt. Ich habe Gelegenheit genommen, ihn noch mit einigen andern, auch mit einigen der

bereits versuchten Körper in Berührung zu setzen, und habe dabei verschiedene noch nicht beobachtete Resultate erhalten.

1) Unter *reinem Wasser* verschwindet er nach 24 Stunden gänzlich; ein Theil zerfällt in Chlor und Stickstoff, ein anderer dagegen zersetzt Wasser, wodurch Chlorwasserstoffsäure und Salpetersäure entstehen.

2) Mit *kaustischem Kali* bilden sich, unter Entwicklung von Stickgas, salpetersaures Kali und Chlorkalium.

3) *Schwefelwasserstoff.* Die Wirkungsweise desselben, die man zuvor noch nicht kannte, ist vorhin aus einander gesetzt.

4) *Schwefel.* Er löst sich ruhig darin auf, allein man mufs nur kleine Mengen auf einmal zu nehmen. In kurzer Zeit bilden sich Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und Ammoniak, unter dem Geruch nach Chlorschwefel und unter Entwicklung von Stickgas.

5) *Schwefelkohlenstoff* mit Chlorstickstoff gemischt, wirken langsam auf einander unter Entwicklung von Stickgas, und Bildung von Chlorwasserstoffsäure, Schwefelsäure und Ammoniak. Dasselbe Gemisch, mit einem hinlänglichen Stück Phosphor versetzt, geräth in lebhaftes Sieden, und zersetzt sich ohne zu detoniren, was auch die HH. Berzelius und Marcet beobachtet haben. Die Producte hiebei sind denen gleich, welche aus der Zersetzung des Chlorphosphors in Wasser entspringen, nur entsteht noch Ammoniak.

6) *Selen* bewirkt eine eben so plötzliche und eben so heftige Detonation als der Phosphor.

7) *Gepülvertes Arsenik.* Detonirt auch heftig, mit starkem Lichte.

8) *Arsenige Säure* bewirkt eine ruhige Zersetzung von kurzer Dauer; ein Theil des Chlorstickstoffs verfliegt und ein anderer Theil bildet Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak.

9) *Salpetersaures Silberoxyd* wirkt ziemlich rasch und ruhig, unter Entwicklung eines Gases, das meist aus Chlor und zum kleinsten Theil aus Stickstoff besteht. Hiebei zerfällt ein Theil des Chlorstickstoffs in Chlor und Stickstoff, ohne Zweifel dem Volumen nach in dem Verhältnisse 3:1, wenn nicht das Chlor zum Theil absorbirt worden ist. Bei der Trennung beider Gase, die ich mittelst Kali vornahm, fand ich veränderliche Mengen von Chlor, oft zwei Drittel des ganzen Volumens, je nachdem die Berührung mit dem salpetersauren Silberoxyd längere oder kürzere Zeit gedauert hatte oder durch Umschütteln mehr oder weniger befördert worden war.

Die Abscheidung von Chlor mitten in salpetersaurem Silberoxyd kann auffallend erscheinen; wenn man aber die Glocken, in denen der Procefs vor sich geht, aufmerksam betrachtet, so sieht man, dafs das Stickgas, welches von der Zersetzung des in seine Elemente zerfallnen Chlorstickstoffs herrührt, immer eine Portion unzersetzten Chlorstickstoffs mit sich reifst, welche dann auf der Oberfläche der Flüssigkeit mehr mit dem gebildeten Chlorsilber als mit dem überschüssigen Silbersalze in Berührung bleibt, und hier fortfährt, in Chlor und Stickstoff zu zerfallen. Der mit salpetersaurem Silberoxyd in Berührung stehende Chlorstickstoff zerfällt demnach zum Theil in Chlor und in entweichendes Stickgas; es werden Chlorsilber und Salpetersäure gebildet, zu welcher letzteren noch die vom zersetzten salpetersauren Silberoxyd herrührende hinzukommt. Man findet in der Flüssigkeit weder salpetrige Säure, noch Chloroxydgas, noch Stickstoffoxydulgas.

10) *Silberoxyd* bewirkt eine ziemlich rasche Zersetzung, eine geringe Entwicklung von Stickgas und Bildung von Chlorsilber und Salpetersäure, folglich auch von salpetersaurem Silberoxyd, im Fall das Silberoxyd in Ueberschufs da ist. Die Flüssigkeit, nachdem sie zur

Abscheidung des Chlorsilbers erhitzt und filtrirt worden ist, wird reichlich von Chlorwasserstoffsäure gefällt.

11) *Kupfer-*, *Kobalt-* und *Bleioxyd* entwickeln Stickgas, und bilden Salpetersäure und Chlorwasserstoffsäure.

Vom Knallsilber.

Die Silber-Verbindung, welche man durch Uebergiefsung des Silberoxyds mit Ammoniak bekommt, ist von ihrem Entdecker Berthollet und einigen Chemikern für ein *Silberoxyd-Ammoniak*, von andern dagegen für ein *Stickstoff-Silber* angesehen worden. Nach der ersten Ansicht würde sich das Ammoniak geradezu mit dem Silberoxyd verbinden, nach der letzteren dagegen würde der Wasserstoff des Ammoniaks sich mit dem Sauerstoff des Oxyds zu Wasser vereinigen, während der Stickstoff sich zum reducirten Metall begäbe. Nach dem, was wir vom Chlor- und Jodstickstoff wissen, darf man nicht zweifeln, dafs diefs Knallsilber aus Stickstoff und Silber bestehe.

Ich habe hierüber folgende Versuche angestellt.

1) Giefst man auf unter Wasser befindliches Knallsilber, das mehrere Tage alt ist, einen Ueberschufs von Chlorwasserstoffsäure, so bilden sich augenblicklich, ohne Gasentwicklung, Chlorsilber und chlorwasserstoffsaures Ammoniak.

2) Unter verdünnter Schwefelsäure läfst das Knallsilber ein wenig Stickgas entweichen; allein der gröfste Theil desselben wird in schwefelsaures Silberoxyd und schwefelsaures Ammoniak umgewandelt.

3) Durch Schwefelwasserstoff wird es in Schwefelsilber und schwefelwasserstoffsaures Ammoniak verwandelt.

Die meisten dieser Erscheinungen lassen sich nach beiden Ansichten gleich gut auslegen; allein die merkwürdige Entwicklung von Stickgas, welche die Berührung mit Schwefelsäure hervorbringt, erlaubt nicht zu glauben, dafs das Ammoniak durch den Einflufs dieser Säure zer-

setzt worden sey. Diefs beweist, dafs das Knallsilber eine binaire Verbindung von Silber und Stickstoff ist *), wie es auch Hr. Gay-Lussac schon vor langer Zeit gesagt hat **).

Die hier mitgetheilten Beobachtungen haben Interesse wegen der merkwürdigen und wohl charakterisirten Beispiele von Zersetzung und Wiedererzeugung von Ammoniak; auch vermehren sie unsere noch unvollständige Kenntnifs vom Jod- und Chlorstickstoff mit mehreren neuen und beachtenswerthen Thatsachen, durch die einige Punkte der Theorie, über welche uns genaue Angaben fehlen, aufgehellt werden können. Ich habe um so mehr für nützlich gehalten, diese Beobachtungen bekannt zu machen, als es wahrscheinlich ist, dafs man diese Untersuchungen, wegen der mit ihnen verbundeneu Gefahr, vielleicht in langer Zeit nicht wieder vornehmen wird.

*) Ohne gerade entscheiden zu wollen, welche Ansicht von der Zusammensetzung des Berthollet'schen Knallsilbers die richtige sey, glaube ich doch, kann man einiges Bedenken tragen, Hrn. Serullas in seinem Schlusse aus dem Versuche mit der Schwefelsäure unbedingt beizustimmen. Erstlich hat, wie mir scheint, die Wasserzersetzung, welche man in der Hypothese, dafs das Knallsilber ein Stickstoffsilber sey, annehmen mufs, um die Entstehung von schwefelsaurem Silberoxyd und schwefelsaurem Ammoniak zu erklären, eben keine grofse Wahrscheinlichkeit, und zweitens setzt eine Stickgasentwicklung, wie sie Hr. Serullas beobachtet haben will, voraus, dafs sich bei der Bereitung des Knallsilbers *Wasserstoffgas* entwickle, was meines Wissens nicht beobachtet worden ist. Wird aber bei der Bereitung des Knallsilbers *kein* Wasserstoff entwickelt, so kann es nur eine der beiden Zusammensetzungen: $NH^3 + 3\dot{A}g$ oder NAg^3 besitzen, und dann wird, bei seiner Zersetznng durch verdünnte Schwefelsäure, entweder kein Gas entwickelt oder ein Gemenge von Stickgas und *Wasserstoffgas*, niemals aber Stickgas allein. Die beiden Ansichten von der Zusammensetzung des Knallsilbers stehen einander fast eben so gegenüber, wie die alte und neue Theorie von der Salzsäure, und über ihre Richtigkeit können solche Versuche, wie Hr. S. sie angestellt hat, nicht entscheiden, eben so wenig als ähnliche Versuche etwas über die Theorie der Salzsäure entschieden haben. P.

**) *Ann. de chim. T. XLI. p.* 117.

VI. *Ueber den Mineralkermes;* *von Hrn.* Gay-Lussac.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLII. p.* 87.)

Nach den letzten Untersuchungen des Hrn. Ber
lius *) und denen des Hrn. Rose **) ist der Ker
nichts weiter, als gewöhnliches Schwefelantimon, welc
seine Farbe dem Zustande seiner grofsen Zertheilung v
dankt.

Da mich die für eine solche Zusammensetzung l
gebrachten Belege nicht ganz befriedigten, so habe
einige Versuche unternommen, und durch diese bin
hinsichtlich des Kermes zu einer Meinung geführt, w
che von der der HH. Berzelius und Rose abwei
dagegen sich derjenigen nähert, welche die Mehrzahl
Chemiker, besonders seit den Untersuchungen des H
Robiquet ***), angenommen hat. Diese Versuche s
sehr alt, und ich würde mich mit der Publicität, wel
sie durch meine Vorlesungen erhielten, begnügt hab
wenn nicht neuerlich Hr. Henry †) eine interessa
Arbeit über den Kermes bekannt gemacht hätte, wel
mir einige Beobachtungen hinzuzufügen übrig liefse.
mache einen Unterschied zwischen den Niederschläg
welche die Schwefelwasserstoffsäure in den Antimon
sungen hervorbringt, und dem eigentlichen Kermes, w
die Natur dieser Verbindungen sehr von einander
weicht.

I

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XX. p.* 225.

**) *Idem T. XXIX. p.* 246.

***) *Ann. de chim. T. LXXXI. p.* 317.

†) *Journ. de Pharm. T. XIV, p.* 545.

Der orangefarbene Niederschlag, welchen man beim Hineinleiten eines Stromes von Schwefelwasserstoffsäure in eine Lösung von Brechweinstein erhält, ist wasserhaltiges Schwefelantimon (SbS^3). Denn verdünnte Chlorwasserstoffsäure oder Weinstein entziehen ihm kein Oxyd, und, wenn eine Auflösung desselben stattfindet, wird sie immer mit einer Entwicklung von Schwefelwasserstoff begleitet.

Dieses Schwefelantimon, bei 100° C. getrocknet, enthält Wasser, aber weniger als zur Bildung eines Hydrosulfate's nöthig wäre. Es verliert successiv noch Wasser bis etwa 230°; bei diesem Punkt enthält es aber keins mehr. Es ist dann schwarz, und giebt, auf Papier zerrieben, eben so gefärbte Flecke. Es scheint mir darin dem wasserhaltigen Eisenoxyd analog, welches in dem Maafse, als die Temperatur steigt, ebenfalls sein Wasser successiv verliert, dabei immer brauner wird und nicht eher eine rothe Farbe annimmt, als bis es sein Wasser ganz verloren hat.

In der Lösung des Antimonsuperchlorids ($SbCl^5$) bringt die Schwefelwasserstoffsäure ebenfalls einen orangefarbenen Niederschlag hervor, allein dieser ist von dem, welchen man mit dem Brechweinstein oder mit dem Chlorid ($SbCl^3$) erhält, verschieden, indem er ein wasserhaltiges Supersulfür ist, welches sich in der Hitze zersetzt, in Schwefel, der verfliegt, und in schwarzes Protosulfür, welches dem vorhergehenden ähnlich ist. Bemerkenswerth ist, dafs das durch Glühen des orangefarbenen Sulfürs erhaltene schwarze Sulfür weniger schmelzbar, als das in der Natur vorkommende schwarze Sulfür ist, indem es der Hitze einer Weingeistlampe widersteht.

Der Kermes ist bekanntlich, wenigstens in Betreff seiner Farbe, verschieden nach seiner Bereitungsart. Der, welcher zu den folgenden Versuchen diente, war nach dem Verfahren des Hrn. Cluzel erhalten *).

*) *Ann. de chim. T. LXIII p.* 122.

Man würde sich sehr irren, wenn man glaubte, daſs der Kermes, weil er noch nach vielem Waschen etwas an das Wasser abtritt, rein wäre, wenn dieses ihm nichts mehr entzöge. Es verhält sich mit ihm, wie mit dem basisch essigsaurem Kupfer und mit vielen andern Salzen; wollte man diese so lange auswaschen, bis ihnen das Wasser nichts mehr entzöge, so würde man sie vollständig zersetzen. Eben so wird durch zu häufige Auswaschungen die Natur des Kermes verändert. Wann soll man aber mit ihnen einhalten? Dieſs ist leicht anzugeben; man nimmt zu den Auswaschungen so wenig wie möglich Wasser, und treibt diese nicht weiter, als bis zu dem Punkt, wo der Rückstand, vorausgesetzt daſs das Wasser nicht chemisch auf ihn wirke, nicht mehr als ein Tausendstel oder ein Zehntausendstel an fremden Stoffen enthält.

Ein so ausgewaschener Kermes verhält sich folgendermaſsen.

Verdünnte Chlorwasserstoffsäure, Weinstein oder Weinsteinsäure entziehen ihm Antimonoxyd, ohne Entwicklung von Schwefelwasserstoff.

Der Kermes, lange Zeit bei 25° C. getrocknet, enthält noch Wasser. Ueber der Weingeistlampe erhitzt, wird er schwarz und giebt Wasser aus, welches, wie schon Hr. Robiquet beobachtet hat, schwach ammoniakalisch ist. Bei einer etwas erhöhten Temperatur geräth er in Fluſs und bläht sich auf, vermöge einer geringen Menge schwefligsauren Gases, die entweicht. In dünnem Ueberzug auf dem Glase erscheint er mit dunkelrother Farbe; Papier, worauf er zerdrückt worden, färbt er rothbraun. Er ist schmelzbarer als das schwarze Sulfür, welches durch Glühen des wasserhaltigen orangefarbenen Sulfürs erhalten wird.

Wenn man über Kermes, dem durch Erhitzung seine Feuchtigkeit genommen worden, bei der Dunkelrothglühhitze einen Strom von Wasserstoffgas leitet, so bekommt

n viel Wasser und Schwefelwasserstoffsäure, und das
ıtimon wird reducirt; allein, wie auch schon beobachtet
ırden ist, der Rückstand zeigt eine alkalische Reaction.

Nach diesen Versuchen enthielt der Kermes unzweihaft Antimonoxyd und Schwefelantimon, und er mufs
her als ein Oxysulfür angesehen werden. Die Was-
menge, welche man bei der Zersetzung durch Was-
stoffgas erhält, ist veränderlich; indefs kann man als
ypus seiner Zusammensetzung annehmen: 1 Proportion
ıtimonoxyd und 2 Proport. Schwefelantimon. Wirk-
h habe ich auch bis zu 0,9 Proport. Antimonoxyd er-
lten, und Hr. Henry hat seinerseits, durch ein ande-
s Verfahren, einen noch geringeren Unterschied be-
ımmen.

Eben so unbestreitbar ist es, dafs der Kermes, wel-
ıer aus dem ihn gelöst enthaltenden alkalischen Sulfür
efällt worden, wasserhaltig ist. Er verliert sein Wasser
ı dem Maafse als die Temperatur steigt, und, wenn er
s gänzlich verloren, erscheint er schwarz; indefs habe
h es bei meinen Versuchen in keinem festen Verhält-
isse angetroffen.

Wenn Kali oder Natron, rein oder kohlensauer,
uf schwarzes Schwefelantimon wirken, so begiebt sich
eren Sauerstoff zum Antimon, mit ihnen Antimonoxyd
ildend, und der Schwefel des Antimons nimmt bei dem
lkali die Stelle des Sauerstoffs ein. Auch erhält man
einen Kermes, wenn man Schwefelantimon mit dem mit
chwefel gesättigten Schwefelkalium kocht; mittelst Säu-
n erhält man aber aus der Lösung einen orangefarbe-
en Niederschlag, welcher, bei Erhitzung, Schwefel giebt
ad schwarz wird. Der Goldschwefel liefert ein ähnliches
lesultat.

VIII. *Ueber den Mineralkermes;* *von Heinrich Rose.*

Einige Zeit nachdem Berzelius zuerst die richtige sammensetzung des mineralischen Kermes erkannt hatt unternahm ich, bei Gelegenheit einer Untersuchung einige Antimonverbindungen, eine quantitative Ana desselben **). Ich fand in ihm einen Gehalt von 7 Procent metallischen Antimons, was dem procentis Gehalte an Antimon vom gewöhnlichen Schwefelanti das nach Berzelius 72,77 Procent davon enthält, nahe kommt, dafs ich durch diese Bestimmung dem wichte nach das für bestätigt hielt, was Berzelius dem Verhalten des Kermes gegen Reagentien für die sammensetzung desselben geschlossen hatte. Dieses sultat indessen stritt gegen die Ansicht von Robiq welcher einen Gehalt von Antimonoxyd im mineralis Kermes annahm ***), welcher Ansicht später auch Bu ner †), Henry d. jüng. ††), und, wie man aus vorhergehenden Aufsatze ersehen haben wird, auch e der berühmtesten Chemiker unserer Zeit beigetreten

Bei der quantitativen Untersuchung des Kermes legte ich denselben, nachdem er vollkommen getroc worden war, durch Wasserstoffgas, wobei ich nicht Bildung von Wasser bemerkte, die bei Gegenwart Antimonoxyd nothwendig erfolgen müfste. Da bei ser Zerlegung das Verfahren so aufserordentlich ein

*) Schweigger's Jahrbuch, Bd. XXXIV. S. 70.

**) Poggendorff's Annalen, Bd. III. S. 448.

***) *Ann. de chim. T. LXXXI. p.* 317.

†) Buchner's Repertorium, Bd. XXIII. S. 169,

††) *Journal de Pharmacie, T. XIV. p.* 545.

:, so konnte ein Versehen nur beim Wägen des Ap-
ırats vor oder nach dem Experimente statt gefunden ha-
:n. Diefs, und vorzüglich die Angabe von Gay-Lus-
ıc, Wasser bei der Behandlung des Kermes mit Was-
rstoffgas erhalten zu haben, bestimmten mich, meinen äl-
rn Versuch zu wiederholen.

Ich bereitete den Kermes durch Kochen einer Auf-
sung von kohlensaurem Natron und gepulvertem käuf-
:hen Schwefelantimon. Nach dem schnellen Filtriren
:fs ich den Kermes sich absetzen, filtrirte ihn aber un-
fähr eine halbe Stunde nachdem er sich gebildet hatte
ın der Flüssigkeit ab, süfste ihn lange und gut aus,
ıd trocknete ihn dann vollständig in einem geheitzten
ubenofen, bis er nichts mehr an Gewicht verlor. Bei
ır Behandlung mit Wasserstoffgas erhielt ich aus 0,737
ramm Kermes kein Wasser und 0,536 Grm. metalli-
hen Antimons, was einem Gehalte desselben von 72,71
ıtspricht, welches Resultat die früheren Angaben von
erzelius und von mir vollkommen bestätigt.

Bei Wiederholung dieses Versuchs erhielt ich aus
rei Quantitäten von nicht ganz vollständig getrockne-
n Kermes aus 0,749 Grm. desselben 0,530 Grm. me-
lischen Antimons, und aus 0,794 Grm. 0,567 Grm.
ıtimon. Das eine Resultat entspricht 70,76 Procent,
d das zweite 71,41 Proc. metallischen Antimons. Ich
hielt hierbei in der That etwas Wasser, das aber nur
ın Feuchtigkeit herrührte, denn es entwickelte sich so-
eich beim Anfange des Versuchs, ehe das Schwefelan-
non vom Wasserstoffgas zersetzt wurde. Hätte es von
nem Gehalte an Antimonoxyd im Kermes hergerührt,
ı würde es gleichzeitig mit dem Schwefelwasserstoffgas
ıtstanden seyn, und ich hätte einen gröfseren Gehalt
ı metallischem Antimon erhalten müssen, als reines
chwefelantimon würde gegeben haben, da Antimonoxyd
ıehr Antimon enthält als Schwefelantimon. Wenn der
Kermes eine Verbindung von einem Atom Antimonoxyd

mit zwei Atomen Schwefelantimon wäre, wie es Gay-Lussac annimmt, so hätte ich bei der Behandlung desselben mit Wasserstoffgas 76,25 Procent Antimon erhalten müssen. In der That erhielt ich bei der Analyse des Rothspiefsglanzerzes, einer Verbindung, welche auf diese Weise zusammengesetzt ist, sehr nahe diesen Gehalt an Antimon *).

Es scheint mir, als wenn die Auflösung von kohlensaurem Kali oder Natron auf Schwefelantimon auf eine ähnliche Art wirkt wie die kaustischen Auflösungen dieser Alkalien. Hat man den Kermes so bald wie möglich nach seiner Entstehung abfiltrirt, so trübt sich nach kürzerer oder längerer Zeit, doch gewöhnlich nicht früher als nach einigen Stunden, die davon abfiltrirte Flüssigkeit des kohlensauren Alkali's, und es setzt sich ein weifser Niederschlag ab, der oxydirtes Antimon und Alkali enthält, eine Thatsache, die selbst nicht in der langen Abhandlung von Cluzel über den Kermes **) erwähnt worden ist. Die Flüssigkeit entwickelt dann noch durch Unterstützung mit Säuren aufser Kohlensäuregas Schwefelwasserstoffgas, wobei Schwefelantimon von orangenrother Farbe niederfällt. Offenbar ist also der Prozefs bei der Bildung des Kermes der, dafs durch Desoxydation eines Theils des Alkali's erstes Schwefelkalium oder Schwefelnatrium und oxydirtes Antimon gebildet werden. Das Schwefelmetall löst unzersetztes Schwefelantimon auf, doch in der Hitze mehr als es in der Kälte aufgelöst erhalten kann, und dieser Ueberschufs sondert sich sehr bald, selbst bei noch nicht ganz vollständigem Erkalten der Flüssigkeit, als Kermes ab. Das oxydirte Antimon hingegen verbindet sich hierbei mit einem Antheil von unzersetztem Alkali, und diese Verbindung sondert sich als schwerlöslich erst nach längerer Zeit ab. Filtrirt man daher den Kermes nicht bald nach

*) Poggendorff's Annalen, Bd. III. S. 453.

**) *Annales de chimie, T. LXIII. p.* 122.

seiner Entstehung ab, so kann er sowohl oxydirtes Antimon als auch Alkali enthalten. Beides ist in Kermesarten gefunden worden *). Die letzten unwägbaren Spuren davon vom Kermes durch Auswaschen zu entfernen, ist etwas schwer. Als ich das aus dem Kermes erhaltene metallische Antimon mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure behandelte, bemerkte ich einen, wiewohl höchst schwachen Geruch nach Schwefelwasserstoff, und als ich das Ganze mit Wasser verdünnte, Schwefelwasserstoffwasser hinzusetzte, und die Flüssigkeit von den wenigen Flocken des gefällten Schwefelantimons abfiltrirte, erhielt ich durch Abdampfen so geringe Spuren von Chlornatrium, dafs ich sie nicht wägen konnte. — Findet man daher in einem Kermes bei der Prüfung oxydirtes Antimon und Alkali, so mufs man diefs als Verunreinigungen, nicht als wesentliche Bestandtheile desselben betrachten.

Da man gesehen hat, dafs bei der Bereitung des Kermes vermittelst der kohlensauren Alkalien kein Kohlensäuregas entwickelt wird, so hielt man die Bildung des Kermes für eine blofse Auflösung des Schwefelantimons in der Lösung des kohlensauren Alkali's. Da sich indessen hierbei Antimon oxydirt, und man das oxydirte Antimon aus der vom Kermes abfiltrirten Flüssigkeit erhalten kann, so mufs die Bildung des Schwefelkaliums oder Schwefelnatriums durch Entstehung von zweifach oder vielmehr von anderthalb kohlensaurem Alkali geschehen. — Uebrigens kann man durch Kochen einer Lösung von kohlensaurem Alkali mit Schwefelblumen eben so gut Schwefelkalium oder Schwefelnatrium erhalten, wie durch ätzende Alkalien, nur etwas langsamer. Die vom überschüssigen Schwefel abfiltrirte Flüssigkeit ist gelb, und erzeugt, mit Säuren übersättigt, einen Niederschlag von Schwefel und eine Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas.

Berzelius hat gezeigt, dafs, bei der Erzeugung des

*) Poggendorff's Annalen, Bd. VIII. S. 420.

Kermes, durch Absorption von Sauerstoff aus der Luft bei einem Ueberschufs von Alkali antimonichte Säure entsteht *). In der That verhält sich auch der weifse Niederschlag, der sich nach längerer Zeit aus der Flüssigkeit absetzt, aus welcher sich der Kermes abgeschieden hat, wie antimonichtsaures Alkali, nicht wie Antimonoxyd-Alkali; denn er giebt keinen Antimonrauch wie dieses, wenn es auf Platinblech erhitzt wird, zeigt hingegen bei Erhitzung die merkwürdige Feuererscheinung, welche Berzelius beim Glühen der antimonicht- und antimonsauren Verbindungen entdeckt hat.

Der Kermes, obgleich er die Zusammensetzung des Schwefelantimons hat, besitzt keinen metallischen Glanz, wie das in der Natur vorkommende und das durch Schmelzen bereitete Schwefelantimon. Legt man indessen eine geringe Menge Kermes auf Papier und drückt mit einem Glasstabe darauf, so zeigt er starken metallischen Glanz, der um so stärker ist, je reiner der Kermes ist. Diefs ist bei allen pulverförmigen, nicht metallischglänzenden Niederschlägen der Fall, die im krystallisirten Zustande oder nach dem Zusammenschmelzen Metallglanz zeigen.

IX. *Nachtrag zu den von Hrn. Dr. Erman auf seiner Reise durch Rufsland in Betreff der Richtung und Stärke der erdmagnetischen Kraft angestellten Messungen.*

Bereits im vorigen Bande der Annalen, S. 139., theilten wir den Lesern die Resultate der zahlreichen Beob-

*) Schweigger's Jahrb. der Chemie und Physik, Bd. XXXIV. S. 65.

achtungen mit, welche von Hrn. Dr. Erman, zum Behufe einer genaueren Feststellung der magnetischen Linien, von Petersburg aus bis nach Jakuzk angestellt wurden. Unter diesen bedurften jedoch die Intensitätsbestimmungen noch einer Correction, da die zu den horizontalen Schwingungen angewandte Nadel im Laufe der Reise einen wachsenden Kraftverlust gegen die Nadel des Hrn. Prof. Hansteen erlitten hatte. Glücklicherweise sehen wir uns gegenwärtig durch die Güte des Hrn. Prof. Erman in den Stand gesetzt, diesem Mangel abzuhelfen. Ein, uns von demselben überliefertes, Schreiben des Reisenden aus Ochozk, wo dieser, um eine günstige Gelegenheit zur Ueberfahrt nach Kamtschatka abzuwarten, längere Zeit verweilen mufste, enthält nicht nur alle fernern von Jakuzk aus bis hieher unternommenen Messungen, sondern auch die nach jener Correction berichtigten Werthe aller früheren Intensitätsbestimmungen; so dafs wenigstens dieser Theil der langen Beobachtungsreihe zwischen dem baltischen und ochozkischen Meere hiedurch als festgestellt anzusehen ist. Wir theilen hier beide Nachträge mit und machen mit letzterem den Anfang.

»Um die von meiner cylindrischen Schwingungsnadel angegebenen Intensitäten und die von Hrn. Prof. Hansteen bestimmten, beständig auf ein und dieselbe Einheit beziehen zu können,« heifst es in jenem Schreiben, »wurden zuerst in *Petersburg* und dann an den Orten, wo ich mich von der Hauptexpedition trennte, nämlich in *Tobolsk* und *Irkuzk*, Schwingungen beider Nadeln, der Hansteen'schen und meiner, unter vollkommener Gleichheit der Beobachtungsumstände beobachtet. Aus diesen Vergleichungen ergab sich ein *relativer* Kraftverlust meiner Nadel gegen die Hansteen'sche, der mit der Zeit zunahm. Wenn die Intensität eines Orts, durch Hansteen's Nadel bestimmt, mit F_h, und durch Erman's Nadel bestimmt, mit F_e bezeichnet wurde, so fand sich:

In Petersb. 1828 Jul. 2... $Log \frac{F_h}{F_e} = 0,00000$ (Versteht sich d. Voraussetzung nach)

Tobolsk 1828 Nov. 19... $Log \frac{F_h}{F_e} = 0,00574$

Irkuzk 1829 März 19... $Log \frac{F_h}{F_e} = 0,01090$ *).

»Um die Zurückführung der Angaben beider Nadeln auf einerlei Einheit für die zwischen je zwei Vergleichungstagen (Juli 2. — Novemb. 19. und Nov. 19. — März 22.) gemachten Beobachtungen zu vollziehen, mufste man das Gesetz der progressiven Schwächung kennen. Nun fand sich die Veränderung des Correctionslogarithmus äufserst nahe proportional der seit der ersten Vergleichung verflossenen Zeit, so dafs, wenn allgemein t die Zahl der Tage nach der Petersburger Vergleichung bezeichnet, zum Logarithmus der unmittelbar erhaltenen Intensität die kleine Correction $c = 0,00004182 \,.\, t$ addirt werden mufs. Nach dieser Voraussetzung, welche sich, nach der Methode der kleinsten Quadrate, aus den beobachteten Vergleichungen ergiebt, hätten nämlich die Correctionslogarithmen seyn müssen:

In Petersburg 1828 Juli 2. $Log \frac{F_h}{F_e} = 0,00000$

Tobolsk 1828 Nov. 19. - $= 0,00585$

Irkuzk 1829 März 19. - $= 0,01083$.

Diefs stimmt so genügend mit dem wirklichen Zustand der Sache überein, dafs für die Zwischenzeiten die Schwächung unbedenklich der Zeit proportional gesetzt werden kann.

Ich habe daher die sämmtlichen von mir beobachteten Intensitäten, nach Hinzufügung dieser kleinen Cor-

*) Meine Nadel vollendete in Irkuzk 100 Schwingungen in 283″,4; hätte sie den von der Hansteen'schen Nadel angezeigten Kraftverlust nicht erlitten, so würde sie hier 100 Schwingungen in 279″,9 vollendet haben.

rection, hier noch einmal zusammengestellt. Die in früheren Briefen eingelieferten *uncorrigirten* Intensitäten mit den gegenwärtigen zusammengestellt, zeigen den Einflufs der Correction. Seit der letzten Vergleichung in Irkuzk, für den Weg von Irkuzk bis Jakuzk, setzte ich voraus, dafs die früher wirklich beobachtete Abnahme der Nadel, während dieser dreiwöchentlichen Reise, eben so fortgefahren habe stattzufinden.

Ein Umstand, der sehr für die Richtigkeit einer Kraftabnahme meiner cylindrischen Nadel nach dem erwähnten Gesetze spricht, ist der, dafs, nach angebrachter Correction, eine genügende Uebereinstimmung zwischen dieser Nadel und der von mir an einigen Stationen beobachteten *zweiten* Intensitätsnadel stattfindet. Diese *zweite* Nadel ist die, wegen alter Streichung und bekannter Güte des Stahls so sehr glaubwürdige Coulomb-Humboldt'sche Nadel. Ihre Schwingungszeiten in Berlin, Petersburg und Jakuzk sind, nebst den sich aus ihnen ergebenden Intensitäten, in der Tafel beigefügt.«

Intensitäten der Totalkraft von Berlin bis Jakuzk, corrigirt für den relativen Kraftverlust meiner Nadel gegen die des Prof. Hansteen, und unter der Voraussetzung der Totalkraft für Petersburg =1,4105.

Berlin. . . .	1,3683.	Die Coulomb-Humboldt'sche Nadel macht, bei 0° R. und in unendlich kleinen Bogen, 100 Schwingungen in 460",24, und giebt die Intensität	=1,3503
Petersburg	1,4105.	Die Coulomb-Humboldt'sche Nadel macht, bei 0° R. und in unendlich kleinen Bogen, 100 Schwingungen in 481",17, der Voraussetzung nach entsprechend d. Intensität	=1,4105

I. Weg von Petersburg nach Moscau.

Pomeranja . . .	1,4270	Wijnii Wolotschok	1,4175
Grofs-Nowgorod	1,4120	Twer	1,3984
Waldai	1,4162	Moscau	1,4078

II. Weg von Moscau nach Kasan.

Platowa	1,4114	Nischnei Nowgorod	1,4421
Dmitrewskoi . .	1,4627	Tschugunii . . .	1,4351
Murom	1,4331	Angikowa . . .	1,4504
Doskino	1,4339	Kasan	1,4404

III. Weg von Kasan nach Ekaterinenburg.

Mitrschka . . .	1,4594	Perm	1,4888
Milet	1,4700	Krilassowa . . .	1,5352
Koschil	1,4882	Bükowskaja . .	1,5140
Suri	1,4765	Kirgischanskaja .	1,5090
Dubrowa . . .	1,4820	Ekaterinenburg .	1,5220

IV. Am Ural, zwischen Ekaterinenburg und Bogoslowsk.

Kuschwa . . .	1,5024	Bogoslowsk . .	1,5236
Werchoturie . .	1,5472		

V. Von Ekaterinenburg bis Tobolsk.

Bjeleiskaja . . .	1,5094	Jugakowskaja . .	1,5465
Sugazkaja . . .	1,5018	Chutarbitka . .	1,5439
Tiumen	1,5059	Tobolsk	1,5540

VI. Von Tobolsk bis Obdorsk.

Uwatzkaja Stanzia	1,5694	KunduwaskischeJurt.	1,5846
Tugalowskaja . .	1,5739	Beresow. Während eines Nordlichts	1,5809
Sawotinski Jurti .	1,5735	Beresow. Ohne Nordlicht	1,5800
Samarowa	1,5845	Katschegatische Jurt.	1,5680
Krwaskische Jurten	1,5850	Wandiaski Gorodok	1,6093
Kloster Kondinsk	1,5956	Obdorsk . . .	1,5811

VII. Von Tobolsk nach Irkuzk.

Kolötschikowo	1,5649	Podjelnik	1,6266
Tara	1,5754	Krasnojarsk	1,6520
Pokrowskoie Selo	1,6174	Kansk	1,6702
Tschulüm	1,5781	Kurgan	1,6528
Kolüwan	1,5986	Sawaria	1,6576
Tomsk	1,6182	Irkuzk	1,6326

VIII. Zwischen Irkuzk und Kiachta.

Kadilnaja	1,6345	Arsentschewskaja	1,6361
Tarakanowa	1,6640	Monachorowa	1,6382
Werchne Udinsk	1,6265	Troizko Sawsko	1,6276

IX. Von Irkuzk nach Jakuzk.

Olsonskaja	1,6732	Kanti	1,7327
Tiumerowskaja	1,6478	Jarbinsk	1,7019
Botowskaja	1,7242	Beresowsk	1,7473
Bojarskaja	1,6891	Olekma	1,7066
Potapowskaja	1,7108	Sanjachtatsk	1,7319
Kirensk	1,6931	Toen Arinsk	1,6893
Itschora	1,7140	Jakuzk	1,7107
Parchinsk	1,7411 *)	Die Coulomb-Humboldt'sche Nad. machte hier, bei 0° R. u. in unendl. kl. Bog., 100 Schwing. in 480",28; diefs giebt die Intensität	1,6837 *).

Beobachtungen zwischen Jakuzk und Ochozk.

Sie sind in der folgenden Tafel enthalten, und im Ganzen auf eben die Weise wie die früheren, zu denen

*) Durch ein Versehen bei Anbringung der Correction für den Schwingungsbogen wurde früher (vorig. Bd. d. Ann. S. 142.) diese Intensität zu 1,7227 angegeben.

sie die Fortsetzung bilden, angestellt worden. Indefs glauben wir noch folgende Erläuterungen aus dem Briefe des Reisenden herausheben zu müssen. »Die angeführten *Breiten* sind durch Sonnenhöhen mittelst meines Kater'schen Kreises bestimmt worden, und können, wegen bisheriger völliger Unbestimmtheit derselben, zur ersten Grundlage einer Karte dieser Gegenden benutzt werden. Die meisten dieser Orte liegen auf dem *Winterwege* nach Ochozk, und sind, vielleicht deshalb, noch weniger von geographischen Reisenden besucht als die am Sommerweg gelegenen. Die *Längenunterschiede* mit Jakuzk habe ich, unter vorausgesetzter Richtigkeit der von der *Connaissance des tems* angegebenen Meridiandifferenz von Jakuzk und Ochozk, nach den jedesmaligen Ständen meines Chronometers berechnet. Es führt diefs für Kessel's auf den an sich wahrscheinlichen mittleren Gang von 6",4 Voreilung gegen mittlere Zeit.

Orte.	Breite.	Länge in Zeit	Declination.	Inclination.
1. Jakuzk	62° 0′ 0″	0h 0′ 0″	5° 54′ 57″ W.	74° 16′,45 A.
				74 17,81 B.
2. Porotowsk	61 59 43	0 9 31	3 38 45 W.	73 59,75
3. Lebeghine	61 12 18	0 15 14	2 22 52 W.	73 56,13
4. Nakhinsk	61 57 15	0 21 27	2 14 43 W.	73 39,06
5. Aldansker Ueberfahrt . . .	61 45 *)	0 23 58	3 7 43 W.	
6. Bielski Perewos				73 20,65
7. Jurte Tschernolies	61 29 10	0 26 5	3 50 22 W.	73 7,99
8. Jurte Karnastack	61 28 59	0 29 28	3 49 30 W.	73 5,00
9. Jurte Allachjun				72 47,30
10. Antscha	60 56 1	0 36 32	2 32 58 W.	
11. Judomskische Jurte . . .				72 9,71
12. Jurte Ketanda	60 40 45	0 47 16	2 36 28 W.	
13. Arkische Winterniederlassung				71 18,93
14. Ochozk		0 54 5	23. May 11h 0′ W. Z. 2° 20′ 31″ W.	70 40,81
			25. - 12 8 - - 2 17 47 -	
			31. - 11 52 - - 2 16 17 -	
			3. Jun. 13 34 - - 2 16 37 -	
			9. - 11 16 - - 2 19 26 -	

*) Vorläufige Annahme. Die Polhöhe wurde mit dem Passageninstrument beobachtet, die Beobachtung wegen Mangel eines Verzeichnisses von kleinen Sternen aber noch nicht berechnet.

Orte.	Dauer einer Oscillation, reducirt auf 0° R. und unendl. kl. Bogen.		Intensität der Totalkraft für die cylindrische Nadel		
	Der cylindrischen Nadel.	Der Humboldt'schen Nadel.	unmittelbar.	corrigirt für den Kraftverlust.	f. d. Humb. Nadel.
1. Jakuzk	3",2584	4",8028	1,6641	1,7107	1,6837
2. Porotowsk	3 ,2220		1,6721	1,7207	
3. Lebeghine	3 ,2391		1,6485	1,6907	
4. Nokhinsk	3 ,1965		1,6641	1,7131	
5. Aldansker Ueberfahrt . . .					
6. Bielski Perewos	3 ,2001		1,6306	1,6790	
7. Jurte Tschernolies	3 ,1675	4 ,6088	1,6442	1,6931	1,7070
8. Jurte Karnastack	3 ,1754	4 ,6136	1,6317	1,6807	1,6994
9. Jurte Allachjun	3 ,1466	4 ,6111	1,6336	1,6834	1,6720
10. Antscha					
11. Judomskische Jurte . . .	3 ,0907	4 ,5308	1,6356	1,6863	1,6730
12. Jurte Ketanda					
13. Arkische Winterniederlassung	3 ,0670	4 ,4625	1,5885	1,6382	1,6493
14. Ochozk	3 ,0497	4 ,4293	1,5554	1,6088	1,6208

X. *Vorläufige Anzeige einer merkwürdigen barometrischen Anomalie für Ost-Sibirien, mitgetheilt aus einem Briefe des Herrn Dr. Erman; Ochozk, den* 17. *Juli* 1829.

— Nachdem ich auf der schwierigen Reise bereits zwei Barometer eingebüfst hatte, beobachtete ich von Irkuzk aus ein eben so einfaches als zuverlässiges Heberbarometer mit weiten Röhren, dessen wichtigsten Theile ich in Ekaterinenburg der gefälligen Mittheilung Hrn. Kupffer's verdanke. Dieses Instrument wurde in Irkuzk mit Hansteen's Barometern streng verglichen; und für die Erhaltung in einerlei Zustand während der Reise verbürgte zuerst der Augenschein, denn ein auch noch so geringer Antheil Luft, der etwa zufällig durch den Transport in den obern Schenkel gelangt, giebt sich sogleich zu erkennen durch die Unreinheit des Anschlagens, und die Sichtbarkeit der mit der Lupe aufzufindenden Blase beim Umgekehrthalten des Instruments, und wird durch Klopfen sogleich wieder ausgetrieben. Aufserdem gaben sympiezometrische Prüfungen, d. h. Ablesungen bei verschiedener Zugiefsung von Quecksilber, in den unteren Schenkel völlige Sicherheit über die Erhaltung des Instruments in einerlei Zustand. Eine Correction von +1',4 gaben die Vergleichungen in Irkuzk, und jetzt in Ochozk finde ich wieder durch die sympiezometrische Prüfung +1',20 bis 1,30 für den Einflufs der enthaltenen Luft. Vorsetzlich wurde das Barometer nicht ausgekocht, sondern eine Correction durch Rechnung, der zu postulirenden, aber auf dieser Reise nicht zu erreichenden absoluten Richtigkeit, vorgezogen.

Sicherheit in den Hunderttheilen der Linien ist illusorisch bei einem Barometer, welches von dem reitenden Beobachter wie eine umgehängte Flinte bei Trapp und

Galopp der Pferde und Rennthiere geführt werden mufs. Kann man ihm durch Einfachheit der Construction die möglichste Unzerbrechlichkeit zusichern, und dabei Mittel finden, das Zehntheil der Linie mit Sicherheit zu erhalten, so mufs man Gott danken, und ich thue es dafür, dafs ich bis Ochozk diese Bedingungen glücklich erfüllen konnte.

Nun gaben mit diesem Instrumente:

1) 44 Ablesungen während 18 Tagen zu ganz verschiedenen Tagesstunden sämmtlich im Thale der Lana, zwischen Irkuzk und Jakuzk, für einen in der Mitte zwischen beiden Städten gelegenen Punkt des Flufsbettes, die *auf* 0° *Temperatur reducirte*

	L.	Z. L.
approximirte Barometerhöhe	=327,85=	27 . 3,85
		Pariser
2) *In Jakuzk* gaben 25 Ablesungen: Morgens, Mittags und Abends, während 9 Tagen, an welchen eintrat das Maximum 338,0 bei West, das Minimum 330,4 bei Ostwind mit Schnee, einen apprimirten mittleren Stand	=334,47=	27.10,47
3) *In Ochozk am Meeresufer* gaben 63 Ablesungen während eines Monats, vom 22. Mai bis 29. Juni (Maxim. 338,13 bei WSW., Minim. 325,00 bei OSO.) einen mittleren Stand von	332,09=	27.8,09

Also Jakuzk läger *unter* dem Meeresspiegel bei Ochozk, und doch fliefst von Jakuzk aus die Lena während 10 Breitengraden bis zum Eismeer. An eine solche Niveaudifferenz zwischen Eismeer und Ochozkischen Meerbusen wird kein Mensch denken; die Anomalie mufs atmosphärisch bedingt seyn, ähnlich der für die Ostseeküste mit der französischen verglichen, welche Hrn. von

Buch zur Annahme eines *atmosphärischen Thals*, oder vielmehr einer Zone von constantgeringerem Druck leitete. *Vier Linien* beiläufig unter dem Stand an der französischen Küste fände sich der an der Küste des Ochozkschen Meerbusens!!! Nachdem ich mich durch die oben erwähnten Prüfungen von der Luftreinheit meines Barometers vollkommen überzeugt hatte, blieb mir kein Zweifel über meine Approximation. Sehr angenehm waren mir jedoch zwei Bestätigungen der Sache, die ich in dieser Woche erhielt. Ein während 5 Jahren im Peterpaulshafen geführtes meteorologisches Tagebuch wurde mir vom Beobachter, Hrn. Capitän Stanizki, gewesenen Natschalnik von Kamschatka, bei seiner Anwesenheit in Ochozk, zur Abschrift mitgetheilt. Zwar habe ich die Ausziehung der Meteorologica, die mit den Notizen eines vollständigen Hafenjournals in einem dicken Folianten vermengt sind, noch nicht vollendet; jedoch erhielt ich bereits folgendes Resultat der vorläufigen Berechnung. Das Journal giebt den mittleren Barometerstand am Mittage, von Monat zu Monat nach altem Styl für das Jahr 1828, in englischen Zollen, bei +16 R. Temperatur des ☿.

Januar	29',439	Juli	29',730
Februar . . .	29 ,507	August . . .	29 ,831
März	29 ,856	September . .	29 ,762
April	29 ,902	October . . .	29 ,610
Mai	29 ,958	November . .	29 ,626
Juni	29 ,699	December . .	29 ,869

Im Mittel des ganzen Jahres am Mittage stand also das Barometer bei +16 des ☿ auf 29,732 englisch

L.

=334,77 Par.—27″ 10‴,77

oder bei 0° Temp. des ☿ auf 333,56 27. 9 ,56

Wiederum beinahe 4 Linien unter dem Mittelstand an den französischen Küsten.

Das Stanizkische Barometer befindet sich noch

jetzt in Peterpaul, und soll genau mit dem meinigen verglichen werden.

Die zweite Bestätigung finde ich so eben in der Vorrede zu Gmelin's *Flora Siberiaca, praefat. T. I. p. 39.: »habemus etiam observationes in munimento Bolcherezensi* (Kamschatka) *a* 15 *Septembris* 1737 *ad* 20. *Octobris* 1739 *factas, e quibus media altitudo barometri ad mare hujus loci deprenditur* 27z. 6l.,5 (*circiter*) *parisiensium. Denique observationes habemus Ochotii a* 1 *Septembris* 1737 *ad finem usque Octobris* 1738, *excepto Julio mense factas, unde media altitudo ad mare Ochotii prodit* 27z. 8l.,55 (*circiter*),« welches ganz gut mit meiner approximativen Beobachtung stimmt.

Das Merkwürdigste bei der Sache ist der Barometerstand in Jakuzk, der keinen Zweifel läfst, dafs die Anomalie atmosphärisch und zwar thermisch bedingt sey. Man vergleiche in der Charte die mittlere Temperatur von Jakuzk mit der von Ochozk; hier nämlich geben die Quellen +2 R. für die Bodentemperatur, in Jakuzk (nur etwa 2 Breitengrade nördlicher) *sah* ich die Bodentemperatur unter —5°, und fernere kritische Discussion wird sie nicht bedeutend höher aufbringen. Die bei Gelegenheit dieser Barometeranomalie zwischen Jakuzk und Ochozk als etwaige Bedingung erwähnte Differenz der thermischen Verhältnisse findet auch im Sommer auf das Auffallendste statt, namentlich in dem gegenwärtigen. Ununterbrochene Nebel herrschen jetzt hier in Ochozk bei O. und SO. Winden. Die Sonne ist oft in 14 Tagen nicht zu sehen! Von Jakuzk aber bis genau zum Ufer der Judoma (dem ersten Flusse am Ost-Abhange des Aldomgebirges, da wo die Grauwackenkette sich verflächt), herrschte *drückende* Hitze. Von Judoma an bis Ochozk dicker Nebel, und eine kaum 10° R. übersteigende Mittagstemperatur; so erzählten die Jakuzker Kaufleute, die vorgestern hier zu Pferde ankamen (*Mitte* Juli neuen Styls). Auch auf die animalische Na-

tur wirkt der Gegensatz zwischen Ost und West, d. h. Continental- und Seewind, so sind bekanntlich Mückenschwärme eine *Landplage* während der Sommermonate Sibiriens. *Bis* zum Aldom (von Jakuzk aus) wagte schon jetzt Niemand ohne Schleier zu reisen, so sehr wüthen dort die Mücken Menschen und Vieh ungeheuer quälend. — In Ochozk aber sind bei Nebel und Ostwind keine Mücken; sobald aber mit Westwind helle Tage eintreten, sind wie hervorgezaubert augenblicklich Mückenschwärme vorhanden.

XI. *Ueber das Eindringen der Gase in einander und deren Trennung durch mechanische Mittel; von Hrn. Thomas Graham.*

(Freier Auszug aus dem *Quarterly Journ. of Scienc. New. Series, No. XI. p.* 74.)

Diese Untersuchung ist durch eine ähnliche Arbeit von Berthollet über das Vermischen der Gase *) veran-

*) *Mémoires d'Arcueil, T. II. p.* 463. — Berthollet unternahm seine Versuche in Folge des von Dalton aufgestellten und mit so vielem Glücke auf die Hygrometrie übertragenen Satzes, daſs die Gase sich gleichförmig durch einander vermischen, weil nur die Theilchen gleicher Art abstoſsend auf einander wirken. Der Apparat zu diesen Versuchen bestand aus zwei mit Hähnen versehenen Ballonen (der eine *A* von 26,07 und der andere *B* von 27,75 Cubikcentimeter Inhalt), die durch eine 26,5 Centimeter lange und 5 Millimeter weite Röhre mit einander communicirten. Jeder dieser Ballone wurde mit einem besondern Gase gefüllt, dann geschlossen, an die Communicationsröhre geschraubt, und das Ganze in einer verticalen Stellung, den Ballon mit dem leichteren Gase nach oben gekehrt, so lange in dem Gemache stehen gelassen, bis es die Temperatur desselben angenommen hatte. Nun wurden die Communicationshähne geöffnet, längere Zeit offen gelassen, darauf wie-

lafst worden, indefs schliefst sie sich durch die Art, wie sie geleitet, mehr an die Versuche, welche neuerdings einige Physiker und Chemiker über die Wirkung capillarer Räume angestellt haben. Da die Annalen über diese letztere Klasse von Erscheinungen so ziemlich alles Beachtenswerthe enthalten *), so wird ein Abrifs von Hrn.

der geschlossen, und die Gase in jeder Kugel analysirt. So ergaben sich folgende Resultate:

Gase, mit denen die Kugeln *A* und *B* gefüllt waren.		Volumen des einen Gases in beiden Kugeln (in Procent.)		Nach Stunden.
A.	Wasserstoffgas	41,73	Kohlensäure	48
B.	Kohlensäure.	43,26	Kohlensäure	
A.	Wasserstoffgas	47,24	Wasserstoffgas	48
B.	Gemeine Luft	47,62	Wasserstoffgas	
A.	Wasserstoffgas	43	Kohlensäure	24
B.	Kohlensäure.	46	Kohlensäure	
A.	Gemeine Luft	28	Kohlensäure	24
B.	Kohlensäure	56	Kohlensäure	
A.	Gemeine Luft	27,2	Kohlensäure	24
B.	Kohlensäure	59,8	Kohlensäure	
A.	Stickgas	60	Sauerstoffgas	24
B.	Sauerstoffgas	39,33	Sauerstoffgas	
A.	Wasserstoffgas	50	Sauerstoffgas	24
B.	Sauerstoffgas	50	Sauerstoffgas	
A.	Wasserstoffgas	46	Wasserstoffgas	24
B.	Stickgas	45	Wasserstoffgas	
A.	Stickgas	22	Kohlensäure	24
B.	Kohlensäure	60	Kohlensäure	
A.	Stickgas	35	Kohlensäure	48
B.	Kohlensäure	61	Kohlensäure	
A.	Sauerstoff	24	Kohlensäure	24
B.	Kohlensäure	60	Kohlensäure	
A.	Gemeine Luft	42	Kohlensäure	17 Tagen.
B.	Kohlensäure	50	Kohlensäure	

Was am deutlichsten aus diesen Versuchen hervorgeht ist: dafs das Wasserstoffgas sich am schnellsten mit andern Gasen mischt; ein Resultat, welches auch durch alle späteren Erfahrungen bestätigt worden ist.

*) Wir verweisen auf die Erfahrungen von Döbereiner, Magnus,

Graham's Versuchen, fügen sie gleich unsern bisherigen Kenntnissen nur Einzelheiten hinzu, hier nicht ganz am unrechten Orte stehen.

Um zu erfahren, wie schnell sich ein Gas zunächst mit atmosphärischer Luft vermischen würde, wenn es mit dieser nur vermittelst eines engen Kanales communicirte, schlofs er dasselbe in eine Glasröhre ein, welche an einem Ende gänzlich zugeschmolzen war, am andern Ende aber durch einen eingeriebenen Stöpsel verschlossen wurde, in dessen Mitte ein eingestecktes und aufsen rechtwinklig umgebogenes Röhrchen einen Ausgang von nur 0,07 Zoll im Durchmesser darbot. Späterhin wurde diefs Röhrchen mit einem andern von 0,12 Zoll im Durchmesser und 2 Zoll Länge vertauscht. Die gröfsere Röhre war übrigens graduirt, 9 Zoll lang und hielt 0,90 Zoll im Durchmesser. Der Stöpsel war 1,8 Zoll lang.

Nachdem die gröfsere Röhre mit dem zu prüfenden Gase gefüllt war, wurde sie in horizontaler Lage auf einen Träger gelegt, und zwar so, dafs das umgebogene Ende des offnen Röhrchens aufrecht stand, wenn das Gas schwerer als die Luft war, dagegen sich hinabneigte, wenn das Umgekehrte statt fand. Diefs geschah, um ein mechanisches Ausfliefsen des Gases zu verhüten. In dieser Lage blieb die Röhre mehrere Stunden liegen, dann wurde sie fortgenommen und ihr Inhalt untersucht. Es zeigte sich dann, wie viel von dem Gase entwichen, und wie viel atmosphärische Luft dafür eingedrungen war. Die Analysen sind von Hr. G. immer mehrmals wiederholt worden; das Verfahren bei demselben ist jedoch nicht angegeben.

Nachstehendes sind die Resultate zweier Reihen solcher Versuche.

Fischer, Dutrochet, in dies. Ann. Bd. 84. S. 124., Bd. 86. S. 153. 481., Bd. 87. S. 126., 134. 138. und Bd. 88. S. 617.

	Specifisches Gewicht	Von 150 Th. waren nach 10 Stunden noch vorhanden.	Von 152 Th. waren nach 4 Stunden noch vorhanden.
Wasserstoffgas	0,0694	8,3	28,1
Sumpfgas	0,5555	56	86
Ammoniakgas .	0,59027	61	89
Oelbildend. Gas	0,9722	77,5	99
Kohlensäure . .	1,5277	79,5	104
Schwefligs. Gas	2,2222	81	110
Chlorgas	2,5	91	116

Hieraus erhellt, dafs das Entweichen der Gase aus einem Gefäfse sich umgekehrt wie eine Function der Dichte verhält, wie Hr. G. vermuthet, umgekehrt wie die Quadratwurzel aus der Dichte. Diefs bedarf aber um so mehr noch einer Bestätigung, als Hr. G., namentlich beim ölbildenden Gase, gefunden, dafs das Entweichen nicht gleichförmig ist, sondern mit der Zeit abnimmt, in dem Maafse, als die Gasmenge im Gefäfse sich vermindert.

Eben so hat der mechanische Widerstand, der aus der Verschiedenheit im specifischen Gewicht mit der Luft entspringt, einen grofsen Einflufs auf diese Erscheinungen. Als Hr. G. die vorhin genannte Röhre, mit Wasserstoffgas gefüllt, in eine verticale Stellung brachte, so dafs ihre Oeffnung nach unten gekehrt war, fanden sich von 150 Th. nach 10 Stunden noch 22,1 Th. darin, während früher bei horizontaler Lage der Röhre alsdann nur 8,3 Th. zurückgeblieben waren.

Der Verfasser änderte nun die Versuche dahin ab, dafs er den Apparat, statt der einfachen Gase, mit einem Gemenge aus zwei verschiedenen Gasen füllte. Folgende Tafel enthält die Resultate von 7 solcher Versuche.

Inhalt der Röhre zu Anfange des Versuchs.				Inhalt der Röhre am Ende des Versuchs.					Nach Verlauf von Stunden.
Wasserstoff.	Kohlensäuregas.	Oelbildend. Gas.	Sumpfgas.	Wasserstoff.	Kohlensäuregas.	Oelbild. Gas.	Sumpfgas.	Atmosphärische Luft.	
Volum.	Volum.	Volum.	Volum.	Volum.	Volum.	Volum.	Volum.	Volum.	
75	0	75	0	3,5	0	56,6	0	89,9	10
75	75	0	0	4,65	45	0	0	100,35	10
50	102	0	0	10,3	76	0	0	65, 7	4
0	76	0	76	0	57	0	35,3	59, 7	4
0	52	0	100	0	39	0	51,6	61, 4	4
0	31	0	121	0	23	0	71,0	58, 0	4
0	0	76	76	0	0	47,75	41,4	62, 85	4

Man sieht hieraus, dafs sich auch bei einem Gasgemenge das früher beobachtete Verhalten wiederholt; es entweicht immer von demjenigen Gase am meisten, welches auch für sich die gröfste Neigung dazu besitzt.

Eine dritte Reihe von Versuchen hatten das Entweichen oder Eindringen von Gasen in andere Gase als atmosphärische Luft zum Gegenstand. Das zu prüfende Gas oder Gasgemisch war in einer 5,2 Cubikzoll grofsen Flasche eingeschlossen, die mittelst einer durch den Stöpsel gesteckten Röhre von 0,12 Zoll innerm Durchmesser mit einer zweiten, unter ihr befindlichen Flasche von 37 Cubikzoll Inhalt in Verbindung stand. Letztere enthielt Kohlensäure, ersteres dagegen ein Gemenge von ölbildendem Gas und Wasserstoffgas zu gleichen Raumtheilen. Nach Verlauf von 10 Stunden wurde der Inhalt der oberen Flasche untersucht, und zunächst die Kohlensäure mit Kalkwasser fortgenommen. Der Rest bestand aus 3,1 Vol. Wasserstoffgas und 12 Vol. ölbildendes Gas. Letzteres, meint Hr. G., würde ganz rein gewesen seyn, wenn nicht hier das Entweichen des Wasserstoffgases, weil es von oben nach unten vor sich gehen mufste, ein Hindernifs an dem dichteren Kohlensäuregas gefunden hätte.

Auf ähnliche Weise *scheint* Hr. G. (die Beschreibung ist sehr undeutlich) einmal reines Wasserstoffgas, und ein andres Mal ein Gemenge von 2 Vol. Wasserstoffgas und 1 Vol. Sauerstoff mit Aetherdampf in Communication gesetzt und dabei gefunden zu haben, dafs ersteres dann viermal so schnell als in atmosphärische Luft entweicht *), und letzteres *reines* Wasserstoffgas zurückläfst. Auf dieses Resultat scheint sich auch wohl die zweite Hälfte des Titels dieser Abhandlung zu beziehen.

*) Hr. G. erinnert hiebei an Leslie's Erfahrung, dafs Eis zweimal so schnell in Wasserstoffgas als in gemeiner Luft verdampfe. — Die Erscheinung möchte aber wohl nicht ganz hieher gehören.

Endlich mufs hier noch einer Thatsache erwähnt werden, die Hr. G. unter dem Titel: *Notice of the singular Inflation of a Bladder*, in demselben Stück des *Quaterly Journal etc. p.* 88. beschrieben hat (sie gehört ganz zur Classe der bereits am Anfange dieses Auszugs genannten Capillarerscheinungen, und namentlich zu denen, die von v. Sömmering zwischen Alkoholdampf und Luft, und von Magnus zwischen Wasserdampf und Luft beobachtet worden sind). Eine Blase, die zu zwei Drittel mit Steinkohlen-Gase gefüllt und durch einen Hahn verschlossen worden war, wurde in einen mit Kohlensäuregas gefüllten Recipienten gelegt. Nach Verlauf von 24 Stunden war der gröfste Theil der Kohlensäure aus dem Recipienten verschwunden, und die Blase ganz angeschwollen, so stark, dafs sie, beim Herausnehmen, am Halse einen Rifs bekam. Bei einer Analyse fand sich, dafs das in der Blase befindliche Gas 35 Volumenprocente Kohlensäure enthielt, während der im Recipienten zurückgebliebenen Kohlensäure nur wenig ölbildenden Gases beigemengt war. Bei einem zweiten Versuche waren nach 15 Stunden 40 Procent Kohlensäure in die Blase eingedrungen. Auf gleiche Weise füllte sich eine zur Hälfte mit gemeiner Luft aufgeblasene Blase, nach 24 Stunden, gänzlich mit Kohlensäure.

Weniger hieher gehörend scheint endlich noch ein Versuch des Hrn. G. über das Verdampfen von Weingeist bei verschiedener Höhe der verdampfenden Säule. Zwei Portionen Weingeist, jede von drei Unzen, wurden in 2 Gefäfse von verschiedener Weite gethan. Die eine bildete eine Säule von 6 Z., die andere von 2 Z. Höhe. Beide Gefäfse waren mit Papier überbunden. Nachdem von beiden Portionen eine halbe Unze verdampft war, wurden sie untersucht. Es fand sich, dafs die, welche die tiefere Säule gebildet hatte, nun die alkoholreichere war. Das spec. Gew. des Weingeistes war anfänglich 0,964.

XII. *Schreiben des Hrn. Lagerhjelm an den Herausgeber, in Betreff seiner Untersuchungen über die Cohäsion u. s. w. des Eisens.*

Orebro und Boforss, am 31. Oct. 1829.

Im dritten Stücke des 13. Bandes Ihrer Annalen der Physik und Chemie befinden sich einige Resultate meiner Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität etc. des gewalzten und geschmiedeten Eisens. Ich mache mir das Vergnügen, Ihnen dazu einige Bemerkungen oder Berichtigungen mitzutheilen, und hoffe, dafs Sie die Güte haben werden, sie ebenfalls in Ihre Annalen aufzunehmen. Da mein Werk gegenwärtig in's Deutsche übersetzt ist (vom Dr. F. W Pfaff, Nürnberg 1829), so wird es mir wohl erlaubt seyn, hinsichtlich des Details auf dieses zu verweisen.

Seite 405. heifst es: »Das Maximum von Kraft, welches sich anwenden läfst, ohne dafs das Metall sein Vermögen, auf die früheren Dimensionen zurückzukommen, verliert, ist das, was die absolute Stärke des Metalls ausmacht.« — Ich habe das genannte Maximum mit A bezeichnet (S. 177. meines Werks) und bewiesen, dafs der Werth von A mit der absoluten Kraft wächst. Keinesweges haben aber diese Gröfsen dasselbe Maafs! im Gegentheil hielt sich die Variation von A zwischen 0,587 und 0,899 Schiffpfund, während der Werth der absoluten Stärke des Eisen von 1,45 bis 2,10 ging. Indefs ist die erwähnte Regel wahrscheinlich richtig, wenn das Metall keine Dehnbarkeit besitzt.

Seite 406. »Zu den merkwürdigsten Resultaten seiner Versuche gehört, dafs alle Arten von Eisen, sie mögen hart, weich oder brüchig seyn, denselben Grad von Elasticität zu besitzen scheinen, d. h. dafs alle Eisensor-

ten, bei gleichen Dimensionen, und innerhalb der Elasticitätsgränze, durch eine gleiche Kraft allemal eine gleiche Ausziehung erleiden.«

Es ist hier noch hinzuzufügen, dafs selbst der Stahl denselben Elasticitätsmodulus als das geschmiedete Eisen zu besitzen scheint. Nach den Schwingungsversuchen von Chladni geben gerade gleichlange Stäbe von Eisen und von Stahl den nämlichen Ton; und die Moduli beider Substanzen verhalten sich also wie die Quadratwurzeln aus ihren specifischen Gewichten, d. h. sind einander fast gleich. Nach Young's Versuchen mit einer Stimmgabel ist der Modulus des Stahls =1058; und die Versuche von Tredgold, der Stahlstangen bog und die Pfeile der Krümmung mafs, gaben den Modulus =1090.

Hr. Duleau hat ebenfalls den Modulus des Stahls auf dem Wege der Beugung untersucht, und Hr. Tredgold hat, durch Berechnung dieser Versuche, den erwähnten Modulus für den deutschen Stahl auf 22 381 000 englische Pfund festgesetzt, folglich ihm einen weit geringeren Werth gegeben, als dem Modulus des englischen Stahls (*Practical Essay on the Strength of Cast iron. London* 1824, *p.* 114.). Die Art, wie er von den erwähnten Versuchen Gebrauch gemacht, giebt indefs zu einigen wesentlichen Bemerkungen Anlafs. Zunächst hat er, unter 12 von Hrn. Duleau beigebrachten Bestimmungen, nur vier, aufs's Gerathewohl herausgenommen, berechnet. Zufällig befinden sich unter diesen vier Versuchen auch der No. 61. (Duleau, *Essai théorique et expérimentale sur la résistance du fer forgé, Paris* 1820, *p.* 38.), bei welchen Hr. Duleau selbst bemerkt: *dimensions fort irreguliers,* so wie der Versuch No. 69., obgleich der Pfeil der Beugung für 10 Kilogramm nicht über 0,5 Millimeter betrug. Bei einer so kleinen Gröfse ist aber leicht einzusehen, dafs der unvermeidliche Fehler in der Messung des Pfeils zu durchaus irrigen Resultaten führt. Für das Detail verweise ich auf die Ver-

XII. *Schreiben des Hrn. Lagerhjelm an den Herausgeber, in Betreff seiner Untersuchungen über die Cohäsion u. s. w. des Eisens.*

Orebro und Boforss, am 31. Oct. 1829.

Im dritten Stücke des 13. Bandes Ihrer Annalen der Physik und Chemie befinden sich einige Resultate meiner Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität etc. des gewalzten und geschmiedeten Eisens. Ich mache mir das Vergnügen, Ihnen dazu einige Bemerkungen oder Berichtigungen mitzutheilen, und hoffe, dafs Sie die Güte haben werden, sie ebenfalls in Ihre Annalen aufzunehmen. Da mein Werk gegenwärtig in's Deutsche übersetzt ist (vom Dr. F. W Pfaff, Nürnberg 1829), so wird es mir wohl erlaubt seyn, hinsichtlich des Details auf dieses zu verweisen.

Seite 405. heifst es: »Das Maximum von Kraft, welches sich anwenden läfst, ohne dafs das Metall sein Vermögen, auf die früheren Dimensionen zurückzukommen, verliert, ist das, was die absolute Stärke des Metalls ausmacht.« — Ich habe das genannte Maximum mit A bezeichnet (S. 177. meines Werks) und bewiesen, dafs der Werth von A mit der absoluten Kraft wächst. Keinesweges haben aber diese Gröfsen dasselbe Maafs! im Gegentheil hielt sich die Variation von A zwischen 0,587 und 0,899 Schiffpfund, während der Werth der absoluten Stärke des Eisen von 1,45 bis 2,10 ging. Indefs ist die erwähnte Regel wahrscheinlich richtig, wenn das Metall keine Dehnbarkeit besitzt.

Seite 406. »Zu den merkwürdigsten Resultaten seiner Versuche gehört, dafs alle Arten von Eisen, sie mögen hart, weich oder brüchig seyn, denselben Grad von Elasticität zu besitzen scheinen, d. h dafs alle Eisensor-

ten, bei gleichen Dimensionen, und innerhalb der Elasticitätsgränze, durch eine gleiche Kraft allemal eine gleiche Ausziehung erleiden.«

Es ist hier noch hinzuzufügen, dafs selbst der Stahl denselben Elasticitätsmodulus als das geschmiedete Eisen zu besitzen scheint. Nach den Schwingungsversuchen von Chladni geben gerade gleichlange Stäbe von Eisen und von Stahl den nämlichen Ton; und die Moduli beider Substanzen verhalten sich also wie die Quadratwurzeln aus ihren specifischen Gewichten, d. h. sind einander fast gleich. Nach Young's Versuchen mit einer Stimmgabel ist der Modulus des Stahls =1058; und die Versuche von Tredgold, der Stahlstangen bog und die Pfeile der Krümmung mafs, gaben den Modulus =1090.

Hr. Duleau hat ebenfalls den Modulus des Stahls auf dem Wege der Beugung untersucht, und Hr. Tredgold hat, durch Berechnung dieser Versuche, den erwähnten Modulus für den deutschen Stahl auf 22 381 000 englische Pfund festgesetzt, folglich ihm einen weit geringeren Werth gegeben, als dem Modulus des englischen Stahls (*Practical Essay on the Strength of Cast iron. London* 1824, *p.* 114.). Die Art, wie er von den erwähnten Versuchen Gebrauch gemacht, giebt indefs zu einigen wesentlichen Bemerkungen Anlafs. Zunächst hat er, unter 12 von Hrn. Duleau beigebrachten Bestimmungen, nur vier, aufs's Gerathewohl herausgenommen, berechnet. Zufällig befinden sich unter diesen vier Versuchen auch der No. 61. (Duleau, *Essai théorique et expérimentale sur la résistance du fer forgé, Paris* 1820, *p.* 38.), bei welchen Hr. Duleau selbst bemerkt: *dimensions fort irreguliers,* so wie der Versuch No. 69., obgleich der Pfeil der Beugung für 10 Kilogramm nicht über 0,5 Millimeter betrug. Bei einer so kleinen Gröfse ist aber leicht einzusehen, dafs der unvermeidliche Fehler in der Messung des Pfeils zu durchaus irrigen Resultaten führt. Für das Detail verweise ich auf die Ver-

XII. *Schreiben des Hrn. Lagerhjelm an den Herausgeber, in Betreff seiner Untersuchungen über die Cohäsion u. s. w. des Eisens.*

Orebro und Boforss, am 31. Oct. 1829.

Im dritten Stücke des 13. Bandes Ihrer Annalen der Physik und Chemie befinden sich einige Resultate meiner Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität etc. des gewalzten und geschmiedeten Eisens. Ich mache mir das Vergnügen, Ihnen dazu einige Bemerkungen oder Berichtigungen mitzutheilen, und hoffe, dafs Sie die Güte haben werden, sie ebenfalls in Ihre Annalen aufzunehmen. Da mein Werk gegenwärtig in's Deutsche übersetzt ist (vom Dr. F. W Pfaff, Nürnberg 1829), so wird es mir wohl erlaubt seyn, hinsichtlich des Details auf dieses zu verweisen.

Seite 405. heifst es: »Das Maximum von Kraft, welches sich anwenden läfst, ohne dafs das Metall sein Vermögen, auf die früheren Dimensionen zurückzukommen, verliert, ist das, was die absolute Stärke des Metalls ausmacht.« — Ich habe das genannte Maximum mit *A* bezeichnet (S. 177. meines Werks) und bewiesen, dafs der Werth von *A* mit der absoluten Kraft wächst. Keinesweges haben aber diese Gröfsen dasselbe Maafs! im Gegentheil hielt sich die Variation von *A* zwischen 0,587 und 0,899 Schiffpfund, während der Werth der absoluten Stärke des Eisen von 1,45 bis 2,10 ging. Indefs ist die erwähnte Regel wahrscheinlich richtig, wenn das Metall keine Dehnbarkeit besitzt.

Seite 406. »Zu den merkwürdigsten Resultaten seiner Versuche gehört, dafs alle Arten von Eisen, sie mögen hart, weich oder brüchig seyn, denselben Grad von Elasticität zu besitzen scheinen, d. h. dafs alle Eisensor-

ten, bei gleichen Dimensionen, und innerhalb der Elasticitätsgränze, durch eine gleiche Kraft allemal eine gleiche Ausziehung erleiden.«

Es ist hier noch hinzuzufügen, dafs selbst der Stahl denselben Elasticitätsmodulus als das geschmiedete Eisen zu besitzen scheint. Nach den Schwingungsversuchen von Chladni geben gerade gleichlange Stäbe von Eisen und von Stahl den nämlichen Ton; und die Moduli beider Substanzen verhalten sich also wie die Quadratwurzeln aus ihren specifischen Gewichten, d. h. sind einander fast gleich. Nach Young's Versuchen mit einer Stimmgabel ist der Modulus des Stahls =1058; und die Versuche von Tredgold, der Stahlstangen bog und die Pfeile der Krümmung mafs, gaben den Modulus =1090.

Hr. Duleau hat ebenfalls den Modulus des Stahls auf dem Wege der Beugung untersucht, und Hr. Tredgold hat, durch Berechnung dieser Versuche, den erwähnten Modulus für den deutschen Stahl auf 22 381 000 englische Pfund festgesetzt, folglich ihm einen weit geringeren Werth gegeben, als dem Modulus des englischen Stahls (*Practical Essay on the Strength of Cast iron. London* 1824, *p.* 114.). Die Art, wie er von den erwähnten Versuchen Gebrauch gemacht, giebt indefs zu einigen wesentlichen Bemerkungen Anlafs. Zunächst hat er, unter 12 von Hrn. Duleau beigebrachten Bestimmungen, nur vier, aufs's Gerathewohl herausgenommen, berechnet. Zufällig befinden sich unter diesen vier Versuchen auch der No. 61. (Duleau, *Essai théorique et expérimentale sur la résistance du fer forgé, Paris* 1820, *p.* 38.), bei welchen Hr. Duleau selbst bemerkt: *dimensions fort irreguliers,* so wie der Versuch No. 69., obgleich der Pfeil der Beugung für 10 Kilogramm nicht über 0,5 Millimeter betrug. Bei einer so kleinen Gröfse ist aber leicht einzusehen, dafs der unvermeidliche Fehler in der Messung des Pfeils zu durchaus irrigen Resultaten führt. Für das Detail verweise ich auf die Ver-

XII. *Schreiben des Hrn. Lagerhjelm an den Herausgeber, in Betreff seiner Untersuchungen über die Cohäsion u. s. w. des Eisens.*

Orebro und Boforss, am 31. Oct. 1829.

Im dritten Stücke des 13. Bandes Ihrer Annalen der Physik und Chemie befinden sich einige Resultate meiner Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität etc. des gewalzten und geschmiedeten Eisens. Ich mache mir das Vergnügen, Ihnen dazu einige Bemerkungen oder Berichtigungen mitzutheilen, und hoffe, dafs Sie die Güte haben werden, sie ebenfalls in Ihre Annalen aufzunehmen. Da mein Werk gegenwärtig in's Deutsche übersetzt ist (vom Dr. F. W Pfaff, Nürnberg 1829), so wird es mir wohl erlaubt seyn, hinsichtlich des Details auf dieses zu verweisen.

Seite 405. heifst es: »Das Maximum von Kraft, welches sich anwenden läfst, ohne dafs das Metall sein Vermögen, auf die früheren Dimensionen zurückzukommen, verliert, ist das, was die absolute Stärke des Metalls ausmacht.« — Ich habe das genannte Maximum mit A bezeichnet (S. 177. meines Werks) und bewiesen, dafs der Werth von A mit der absoluten Kraft wächst. Keinesweges haben aber diese Gröfsen dasselbe Maafs! im Gegentheil hielt sich die Variation von A zwischen 0,587 und 0,899 Schiffpfund, während der Werth der absoluten Stärke des Eisen von 1,45 bis 2,10 ging. Indefs ist die erwähnte Regel wahrscheinlich richtig, wenn das Metall keine Dehnbarkeit besitzt.

Seite 406. »Zu den merkwürdigsten Resultaten seiner Versuche gehört, dafs alle Arten von Eisen, sie mögen hart, weich oder brüchig seyn, denselben Grad von Elasticität zu besitzen scheinen, d. h. dafs alle Eisensor-

ten, bei gleichen Dimensionen, und innerhalb der Elasticitätsgränze, durch eine gleiche Kraft allemal eine gleiche Ausziehung erleiden.«

Es ist hier noch hinzuzufügen, daſs selbst der Stahl denselben Elasticitätsmodulus als das geschmiedete Eisen zu besitzen scheint. Nach den Schwingungsversuchen von Chladni geben gerade gleichlange Stäbe von Eisen und von Stahl den nämlichen Ton; und die Moduli beider Substanzen verhalten sich also wie die Quadratwurzeln aus ihren specifischen Gewichten, d. h. sind einander fast gleich. Nach Young's Versuchen mit einer Stimmgabel ist der Modulus des Stahls =1058; und die Versuche von Tredgold, der Stahlstangen bog und die Pfeile der Krümmung maſs, gaben den Modulus =1090.

Hr. Duleau hat ebenfalls den Modulus des Stahls auf dem Wege der Beugung untersucht, und Hr. Tredgold hat, durch Berechnung dieser Versuche, den erwähnten Modulus für den deutschen Stahl auf 22 381 000 englische Pfund festgesetzt, folglich ihm einen weit geringeren Werth gegeben, als dem Modulus des englischen Stahls (*Practical Essay on the Strength of Cast iron. London* 1824, *p.* 114.). Die Art, wie er von den erwähnten Versuchen Gebrauch gemacht, giebt indeſs zu einigen wesentlichen Bemerkungen Anlaſs. Zunächst hat er, unter 12 von Hrn. Duleau beigebrachten Bestimmungen, nur vier, aufs's Gerathewohl herausgenommen, berechnet. Zufällig befinden sich unter diesen vier Versuchen auch der No. 61. (Duleau, *Essai théorique et expérimentale sur la résistance du fer forgé, Paris* 1820, *p.* 38.), bei welchen Hr. Duleau selbst bemerkt: *dimensions fort irregulièrs,* so wie der Versuch No. 69., obgleich der Pfeil der Beugung für 10 Kilogramm nicht über 0,5 Millimeter betrug. Bei einer so kleinen Gröſse ist aber leicht einzusehen, daſs der unvermeidliche Fehler in der Messung des Pfeils zu durchaus irrigen Resultaten führt. Für das Detail verweise ich auf die Ver-

XII. *Schreiben des Hrn. Lagerhjelm an den Herausgeber, in Betreff seiner Untersuchungen über die Cohäsion u. s. w. des Eisens.*

Orebro und Boforss, am 31. Oct. 1829.

Im dritten Stücke des 13. Bandes Ihrer Annalen der Physik und Chemie befinden sich einige Resultate meiner Versuche über die Dichtigkeit, Elasticität etc. des gewalzten und geschmiedeten Eisens. Ich mache mir das Vergnügen, Ihnen dazu einige Bemerkungen oder Berichtigungen mitzutheilen, und hoffe, daſs Sie die Güte haben werden, sie ebenfalls in Ihre Annalen aufzunehmen. Da mein Werk gegenwärtig in's Deutsche übersetzt ist (vom Dr. F. W Pfaff, Nürnberg 1829), so wird es mir wohl erlaubt seyn, hinsichtlich des Details auf dieses zu verweisen.

Seite 405. heiſst es: »Das Maximum von Kraft, welches sich anwenden läſst, ohne daſs das Metall sein Vermögen, auf die früheren Dimensionen zurückzukommen, verliert, ist das, was die absolute Stärke des Metalls ausmacht.« — Ich habe das genannte Maximum mit A bezeichnet (S. 177. meines Werks) und bewiesen, daſs der Werth von A mit der absoluten Kraft wächst. Keineswegs haben aber diese Gröſsen dasselbe Maaſs! im Gegentheil hielt sich die Variation von A zwischen 0,587 und 0,899 Schiffpfund, während der Werth der absoluten Stärke des Eisen von 1,45 bis 2,10 ging. Indeſs ist die erwähnte Regel wahrscheinlich richtig, wenn das Metall keine Dehnbarkeit besitzt.

Seite 406. »Zu den merkwürdigsten Resultaten seiner Versuche gehört, daſs alle Arten von Eisen, sie mögen hart, weich oder brüchig seyn, denselben Grad von Elasticität zu besitzen scheinen, d. h daſs alle Eisensor-

ten, bei gleichen Dimensionen, und innerhalb der Elasticitätsgränze, durch eine gleiche Kraft allemal eine gleiche Ausziehung erleiden.«

Es ist hier noch hinzuzufügen, dafs selbst der Stahl denselben Elasticitätsmodulus als das geschmiedete Eisen zu besitzen scheint. Nach den Schwingungsversuchen von Chladni geben gerade gleichlange Stäbe von Eisen und von Stahl den nämlichen Ton; und die Moduli beider Substanzen verhalten sich also wie die Quadratwurzeln aus ihren specifischen Gewichten, d. h. sind einander fast gleich. Nach Young's Versuchen mit einer Stimmgabel ist der Modulus des Stahls =1058; und die Versuche von Tredgold, der Stahlstangen bog und die Pfeile der Krümmung mafs, gaben den Modulus =1090.

Hr. Duleau hat ebenfalls den Modulus des Stahls auf dem Wege der Beugung untersucht, und Hr. Tredgold hat, durch Berechnung dieser Versuche, den erwähnten Modulus für den deutschen Stahl auf 22 381 000 englische Pfund festgesetzt, folglich ihm einen weit geringeren Werth gegeben, als dem Modulus des englischen Stahls (*Practical Essay on the Strength of Cast iron. London* 1824, *p.* 114.). Die Art, wie er von den erwähnten Versuchen Gebrauch gemacht, giebt indefs zu einigen wesentlichen Bemerkungen Anlafs. Zunächst hat er, unter 12 von Hrn. Duleau beigebrachten Bestimmungen, nur vier, aufs's Gerathewohl herausgenommen, berechnet. Zufällig befinden sich unter diesen vier Versuchen auch der No. 61. (Duleau, *Essai théorique et expérimentale sur la résistance du fer forgé, Paris* 1820, *p.* 38.), bei welchen Hr. Duleau selbst bemerkt: *dimensions fort irreguliers,* so wie der Versuch No. 69., obgleich der Pfeil der Beugung für 10 Kilogramm nicht über 0,5 Millimeter betrug. Bei einer so kleinen Gröfse ist aber leicht einzusehen, dafs der unvermeidliche Fehler in der Messung des Pfeils zu durchaus irrigen Resultaten führt. Für das Detail verweise ich auf die Ver-

suche No. 67., 68., 69. und 70., bei denen die Pfeile so klein waren. Man findet z. B. in den Versuchen No. 68. und 70. den Modulus des Stahls viermal so klein als den Modulus des Eisens; ein ungereimtes Resultat.

Schliefst man die Fälle aus, wo die Dimensionen der Stäbe unregelmäfsig waren, oder wo die Beugungspfeile für eine Belastung von 10 Kilogrammen noch nicht 0,5 Millimeter betrugen, so geben die Versuche des Hrn. Duleau folgende Resultate:

No. 59. Englisch. Gufsstahl. Gröfste Dimension horizontal . . . . $\frac{a}{c}=1394$

- 60. Dieselbe Stange, in die hohe Kante gestellt $=1046$
- 63. Deutscher Cementstahl. Gröfste Dimension horizontal . . . . $=1123$
- 64. Dieselbe Stange, in die hohe Kante gestellt $=1009$
- 65. Andere Stange desselben Stahls, gröfste Dimension horizontal . . . . . . $=1046$
- 66. Dieselbe Stange, in die hohe Kante gestellt $=892$

Diefs giebt im Mittel $\frac{a}{c}=1085$, ein Resultat, welches ziemlich gut mit den vorhin gefundenen Werthen übereinstimmt. Die Versuche des Hrn. Duleau sind indefs nicht ganz einwurfsfrei, da ein und dieselbe Stange ein verschiedenes Resultat lieferte, wenn sie auf diese oder jene Kante gelegt war. Uebrigens sieht man aus dem Vergleich der Resultate, welche über die Elasticität eines und desselben Metalls bei verschiedenen Untersuchungsweisen erhalten worden sind, dafs man sich nicht blofs auf die Resultate der Beugung verlassen kann. (Man sehe: »Versuche zur Bestimmung u. s. w., S. 135., die Tafel.)

S. 408. »Lagerhjelm hat auch bei dem Zerreifsen einer Eisenstange eine merkwürdige Veränderung in dem specifischen Gewichte derselben bemerkt. Er fand nämlich, dafs das specifische Gewicht an der Stelle, wo

die Stange abrifs, und wo also dieselbe verhältnifsmäfsig die gröfste Streckung erlitten hatte, geringer war als an andern Stellen. Der Versuch wurde bei mehreren Stangen wiederholt und immer mit demselben Resultate. Im Mittel war das spec. Gewicht bei dem ungestreckten Eisen =7,821, und an dem abgerissenen Ende =7,777.«

Es ist vielleicht wichtig hier hinzuzufügen, dafs die Volumensvergröfserung beim spröden Eisen 0,00451, und beim weichen Eisen 0,00668 von der Einheit betrug. Die gröfsere Variation beim weichen Eisen scheint anzudeuten, dafs die Elasticitäts-Dilatation dieses Eisens im Moment des Reifsens gröfser war, als die des spröden Eisens in demselben Falle. Nun beweisen auch die Versuche, dafs der Modulus des weichen Eisens gleich ist dem des spröden Eisens, und dafs er eine sehr geringe Variation erleidet, wenn in Folge der Dehnbarkeit die Gestalt des Metalls sich nach und nach verändert. Es folgt also daraus, dafs die Cohäsion des weichen Eisens, bezogen auf die Einheit der gerissenen Fläche, gröfser seyn mufs, als die Cohäsion des spröden Eisens; ein Resultat, welches mit den Versuchen in meinem Werke (S. 21. der Uebersetzung) übereinstimmt, da, nach diesen, die mittlere Cohäsion beim weichen Eisen 47,15, beim spröden Eisen dagegen 43,3 beträgt. Dieser Umstand führt zu Fehlern in der Bestimmung des absoluten Werthes der Cohäsion. — Uebrigens hat Hr. Berzelius schon vor langer Zeit durch entscheidende Versuche dargethan, dafs die bleibende Extension von einer Volumensvergröfserung begleitet ist (Lärbok, 2 Del. pag. 616.) *). —

*) Hinsichtlich zweier Druckfehler in der Tafel, S. 411., auf die Hr. Lagerhjelm noch in diesem Briefe aufmerksam macht, verweisen wir auf die Berichtigung am Schlusse des 13. Bandes. *P.*

XIII. *Der finnländische Labrador; von J. Senff.*

Das Farbenspiel des Labrador hat von je her dem Physiker einen reichen Stoff zu Untersuchungen und Hypothesen gegeben. Eine neue Anregung werden diese Bemühungen durch die besondern Eigenschaften des neu entdeckten finnländischen Labrador gewinnen. Zwei um die Mineralogie verdiente Männer, der Graf Steinheil und der Bergintendant v. Nordenskjöld, haben bei ihrem fleifsigen Forschen und Sammeln finnländischer Mineralien eine bedeutende Collection dieses neu entdeckten Fossils zusammengebracht; und die Jahrbücher der Stockholmer Academie werden nächstens einen interessanten und ausführlichen Aufsatz vom Hr. v. Nordenskjöld über diesen finnländischen Labrador enthalten. Es kann nicht die Absicht dieses Artikels seyn, jenem Aufsatze vorzugreifen oder ihn unnütz zu machen, sondern vielmehr die Aufmerksamkeit des Publikums darauf zu lenken. Durch die Gefälligkeit obbenannter Herren ward Referent mit diesem Fossile bekannt, und hält es für Pflicht, eine so interessante Entdeckung vorläufig bekannt zu machen.

Aufser der Eigenschaft überhaupt, Farben zu spielen, lassen sich am Labrador noch drei besondere Phänomene wahrnehmen:

1) Im Labrador findet man (bei der Stellung des Steines gegen das Licht, in welcher man das Farbenspiel deutlich sieht) in der Richtung des Hauptdurchgangs farblose dunkle Streifen; dreht man jetzt den Stein um die Axe der schillernden Fläche um 180°, so erscheinen die früher gefärbten Streifen jetzt ungefärbt, und die früher ungefärbten jetzt gefärbt. Diese Erscheinung hat man auch am Labrador von andern Fundorten bemerkt.

2) Dreht man einen Labrador wie oben um seine Axe,

so sieht man bei einer Drehung von 90° ein neues Farbenspiel, bei 180° ein drittes, das dem ersten entgegengesetzt zu seyn scheint; bei 270° endlich ein viertes, das dem zweiten in eben dem Sinne entgegengesetzt ist. Die einfachen Gegenbilder von 0° und 180° bemerkt man in jedem amerikanischen Labrador, die doppelten habe ich aber nur an wenigen finnländischen Exemplaren bemerkt, wo diese Erscheinung dann jedesmal mit der ersten, den abwechselnden Streifen, gepaart war.

3) Die dritte und bis jetzt den finnländischen Labradoren ausschliefslich angehörige Eigenschaft sind die Farbenkrystalle, das heifst: die Farben sind scharf von einander getrennt, und jede einzelne bildet ein geradliniges Polygon, dessen Seiten mit den Durchgängen des Krystalls und mehrern secundären Flächen parallel laufen; diese Farbenpolygone stehen concentrisch an und um einander. Die Reihenfolge der Farben ist constant, nicht aber die Breite oder das Breitenverhältnifs der einzelnen Streifen; denn bald sind sie von der Breite von 1 bis 4 Linien, bald so schmal, dafs man nur durch die Lupe die einzelnen Farben getrennt sieht. Die Anzahl der secundären Flächen, die hier als Abstumpfung einer Polygonecke erscheinen, wechselt in den einzelnen Farben. In dieser Art giebt es Zwillingskrystalle, die in einem der äufsern Farbenpolygone aufhören Zwillinge zu seyn, und dann als einfache Krystalle fortsetzen.

Die sehr natürliche Vermuthung, dafs die Reihenfolge dieser Farbenpolygone mit den Farbenringen zusammengeprefster Platten übereinstimmen werde, fand sich keineswegs bestätigt; von der Mitte angefangen, ist sie folgende:

1. Farbloser Kern	6. Blau	11. Violet
2. Grüngelb	7. Weifs	12. Blau
3. Gelb	8. Farblos —	13. Braun
4. Braun	9. Weifs	14. Gelb
5. Violet	10. Blau	15. Grünlichgelb

16. Gelb	30. Gelb	44. Grün
17. Orange	31. Orange	45. Farblos —
18. Braun	32. Braun	46. Grün
19. Violet	33. Violet	47. Blau
20. Blau	34. Purpur	48. Violet
21. Violet	35. Violet	49. Purpur
22. Braun	36. Purpur	50. Violet
23. Orange	37. Violet	51. Roth
24. Gelb	38. Purpur	52. Purpur
25. Gelbgrün	39. Roth	53. Orange
26. Blaugrün	40. Purpur	54. Gelb
27. Grün	41. Blau	55. Grün
28. Blaugrün	42: Violet.	56. Blaugrün
29. Gelbgrün	43. Blau	57. Blau

Die von 33 bis 43 aufgezählten Farben sind nicht wie die andern scharf geschieden, sondern schwimmen unbestimmt in einander.

Die beiden weifsen Streifen 7 und 9 scheinen bei Sonnenlicht röthlich, bei Kerzenlicht hingegen schön grün.

Merkwürdig war noch bei einem sehr schönen Exemplare eine im 45. Streifen vorkommende regelmäfsige Verbreiterung, wie auch, dafs in demselben Exemplar der Kern ein Zwillingskrystall war, der sich erst im 10. Streifen zu einem einfachen Krystall verband.

Die Farbenreihe ist mit dem 57. Streifen sicher nicht zu Ende, indessen ist mir kein vollständigeres Exemplar bekannt geworden

Die Labradore überhaupt spielen in jeder Fläche, aufser der des Hauptdurchganges, Farbe, bald stärker, bald schwächer; am stärksten scheint das Farbenspiel in der Fläche des zweiten Durchganges zu seyn (welcher etwa 90° mit dem Hauptdurchgange bildet)

Die grofse Regelmäfsigkeit der Form erweckte die Vermuthung, dafs sich leicht eine Regel für den Winkel auffinden lassen müsse, unter welchem das Bild in gröfster Deutlichkeit erschiene. Referent machte in dieser

Absicht eine kleine Reihe von Versuchen, die, trotz ihrer Ungenauigkeit, doch ein ziemlich sicheres Resultat gaben. Eine Hauptschwierigkeit bei diesen Messungen liegt darin, dafs der Punkt, in welchem das Bild am deutlichsten ist, gar zu wenig bestimmt ist; eine Drehung von 3° bis 4° macht kaum einen merklichen Unterschied; um also zu einiger Genauigkeit zu gelangen, mufste man mehrere von einander unabhängige Messungen machen, aus welchen man ein Mittel zog.

An einem Krystall, der in der Fläche des zweiten Durchganges geschliffen war, wurde beobachtet:

1) Wenn Licht und Auge in der Ebene des Hauptdurchganges standen, der Winkel, den das Licht mit der Durchschnittslinie der beiden Durchgänge machte, und der Winkel, welchen bei dieser Stellung des Lichts das Auge mit selbiger Linie machte, in dem Augenblick, wo das Bild am deutlichsten erschien.

Für 50 verschiedene Stellungen des Lichts wurden 126 Beobachtungen gemacht, in welchen die Differenz der beiden obbenannten Winkel beinahe gleich ausfiel, woraus Referent schliefsen zu können glaubt, dafs die kleinen Abweichungen, die geringer als der mögliche Fehler der Beobachtung waren, wirklich nur Beobachtungsfehler waren, und dafs das Mittel aus 126 Beobachtungen der eigentlichen constanten Differenz sehr nahe kommen müsse. Dieses Mittel war 22° 29′ 39″, also nahezu $22\frac{1}{2}$°.

2) Wenn Licht und Auge in der Ebene des schwächsten dritten Durchganges stehen, wurden dieselben Winkel beobachtet, welche Licht und Auge mit der Durchschnittslinie dieses dritten und des geschlossenen zweiten Durchgangs bildeten im Augenblick, wo das Bild für jeden Lichtwinkel respective am deutlichsten war. Diese Beobachtungen reichten vom Lichtwinkel = 10° bis 100°. Die Differenz der beiden beobachteten Winkel zeigten eine Reihe, die von 62° (bei dem Lichtwinkel = 10°

und dem Augenwinkel $=72^{\circ}$) retardirt abnahm bis zu dem Punkte, wo man durch die Flamme des Lichts hindurch das Bild in seiner grofsen Deutlichkeit sah; dieses geschah bei dem Lichtwinkel $=70^{\circ}$, also Augenwinkel $=110^{\circ}$, wo dann diese Differenz $=40^{\circ}$ ihr Minimum erreicht hatte, und von nun an wieder accelerirt zunahm. Das Gesetz dieser Ab- und Zunahme konnte wegen der Ungenauigkeit der einzelnen Messungen nicht ausfindig gemacht werden.

Wenn man eine solche Untersuchung nur zu einiger Genauigkeit bringen wollte, so müfste man eine grofse Menge einzelner unabhängiger Beobachtungen sammeln, damit das Mittel zuverlässiger würde.

In eben dieser Art müfste man den Krystall in sehr verschiedenen Richtungen gegen die Ebene des Lichts und Auges einer Messung unterwerfen, und man würde gewifs einen erfreulichen Blick in das räthselhafte Wesen dieses Farbenspiels thun, Resultate erhalten, die für die Optik von grofsem Interesse wären, und die Natur dieses Steins erst recht kennen lernen.

Da bei einer Drehung von 180° fast immer ein entgegengesetztes Bild entsteht, d. h. die farblosen Streifen gefärbt erscheinen und das ganze Farbenbild sich in ein neues umwandelt (das aber meistens undeutlich ist), so liefs sich vermuthen, dafs bei einer Spaltung des Krystalls die beiden Spaltungsflächen ebenfalls einander auf irgend eine Art widersprechen würden; dieses war aber keineswegs der Fall, sondern das Bild war völlig gleich, und durch einen Versuch dieser Art, bei welchem ein starker Krystall in mehrere Lamellen zerschnitten wurde, zeigte sich, dafs diese concentrischen Polygone nicht nur an ebenen Spaltungsflächen stattfanden, sondern dafs es concentrische Farbenhüllen waren, die einen farblosen Körper umschlossen, und deren Flächen mit denen des Krystalls übereinstimmten, so dafs bei den Durchschnitten, die den farblosen Kern nicht eher trafen, ein gefärbtes Polygon

den Kern bildete, welches sehr deutlich auf das Fortwachsen des Krystalls hindeutet.

Referent theilt diese wenigen eigenen Beobachtungen mit, um das Interesse für diesen Gegenstand anzuregen, und verweist nochmals auf den vielleicht schon erschienenen Aufsatz des Hrn. v. Nordenskjöld in den Stockholmer Jahrbüchern.

Leider wird es seine grofsen Schwierigkeiten haben, Labradore dieser Art zu erhalten, da im Ganzen nur wenige Exemplare gefunden sind, und trotz alles Suchens jetzt keine mehr gefunden werden.

XIII. *Bericht über die Anwendung der Knallpulver als Zündkraut bei Feuergewehren; von dem Obersten Hrn. Aubert und den HH. Pélissier und Gay-Lussac.*

(*Ann. de chim. et de physique. T. XLII. p. 5.*) *).

Man kennt eine grofse Anzahl von Pulvern, welche durch den Schlag verpuffen; allein, in Bezug auf den Gebrauch bei Feuergewehren, verdienen nur die mit chlorsaurem Kali und mit Knallquecksilber eine besondere Beachtung; die übrigen bieten bei ihrer Fabrication oder ihrer Anwendung zu viele Unbequemlichkeiten oder Gefahren dar.

Schiefspulver mit chlorsaurem Kali.

Dieses Pulver besteht aus einem innigem Gemenge von Schwefel, Kohle und chlorsaurem Kali. Man kann auch den Schwefel und die Kohle durch andere brenn-

*) Die nachfolgende Untersuchung verdankt ihre Entstehung einem mittelbaren Auftrage des französischen Kriegsministers, dem der Capitain Vergnaud eine seiner Percussionsflinten übersandt hatte.

bare Substanzen ersetzen; allein das Pulver verliert dadurch mehr oder weniger an Kraft. Auf den Vorschlag von Berthollet, dem Entdecker des chlorsauren Kali, machte man im J. 1786 zu *Essonne* den Anfang mit der Fabrication dieses Pulvers; allein eine Explosion, welche die traurigsten Folgen hatte, nöthigte sehr bald, dieselbe wieder aufzugeben. Dieses Pulver ist weit stärker als das beste mit Salpeter bereitete; es macht die Mörser sehr bald untauglich, indem es die Kammer erweitert und tiefe Risse in derselben hervorbringt. Haubitzen, die Hr. Welter zu Meudon mit demselben füllte und unter der Erde anzünden liefs, zersprangen immer in gleichförmige Stücke von der Gröfse einer Kastanie, während andere, die mit gewöhnlichem Pulver gefüllt worden, unter denselben Umständen in eine weit geringere Anzahl von Stücken zerplatzten. Diefs Pulver könnte demnach mit gröfserem Vortheil als das gewöhnliche zum Füllen der Haubitzen, zum Aufsprengen der Thore, Brücken u. s. w. gebraucht werden.

Vermöge seiner Eigenschaft, sich durch einen Schlag entzünden zu lassen, ist es als Zündkraut bei den Percussionsgewehren angewandt; allein wegen mehrerer Untugenden desselben, unter denen die, viel Schmutz zu geben und das Eisen stark anzugreifen, die hauptsächlichsten sind, ist es bald durch das Knallquecksilber verdrängt worden. Da der letztere Uebelstand eine Folge der bei seiner Zersetzung erzeugten schwefligen Säure seyn könnte, so haben wir die Wirkung derselben zu neutralisiren gesucht, dadurch, dafs wir das Pulver mit einer zweckmäfsigen Menge getrockneten kohlensauren Natrons vermischten. Der Versuch hatte den gewünschten Erfolg; allein das Pulver hatte auch durch diesen Zusatz viel an Entzündlichkeit verloren; und überdiefs gewahrten wir bald, dafs das Chlorkalium, welches bei der Entzündung durch die Zersetzung des chlorsauren Kali's entsteht, in einer feuchten Luft das Eisen schnell

angreift. Diefs ist ein grofser und, wie uns scheint, wohl nicht leicht zu hebender Uebelstand bei dem Pulver mit chlorsaurem Kali.

Wir halten es für unnütz, noch länger bei den Eigenschaften dieses, aufser Gebrauch gekommenen, Pulvers zu verweilen, und bemerken nur noch, dafs wenn die Artillerie sich desselben zu besondern Zwecken bedienen wollte, die Fabrication und der Transport desselben, bei gehörigen Vorsichtsmafsregeln, keine Gefahr haben würden.

Howard'sches Knallpulver oder knallsaures Quecksilberoxyd.

Dieses Pulver wird, wegen seiner leichten Entzündlichkeit und seiner Unschädlichkeit für das Eisen, gegenwärtig allgemein bei den Jagdflinten angewandt. Wir wollen es nach den verschiedenen Beziehungen seiner Anwendungen bei Feuergewehren untersuchen.

Das Howard'sche Pulver ist ein Salz von Quecksilberoxyd und einer eigenthümlichen Säure, bestehend aus einem Atome Stickstoff, einem Atome Sauerstoff und zwei Atomen Kohlenstoff. Seitdem man diese seine Zusammensetzung kennt, hat man ihm den Namen *knallsaures Quecksilberoxyd* gegeben. Wenn es in Folge eines Schlages oder einer Erwärmung verpufft, werden Quecksilberdampf und Stickgas entwickelt, und der kohlige Rückstand, der sich hiebei auf der Unterlage findet, macht es sehr wahrscheinlich, dafs die eine Hälfte seines Kohlengehalts mit dem Sauerstoffe Kohlensäure bildet, die andere aber sich absetzt oder zerstreut. In dieser Annahme würde 1 Gramm knallsauren Quecksilbers, bei einem Druck von $0^{m},76$, und der Temperatur des schmelzenden Eises, $0^{lit},155$ an permanenten Gasen geben; allein im Moment der Explosion ist dieses Volumen weit beträchtlicher, weil die Gase durch die Hitze ausgedehnt und mit Quecksilberdampf gemengt werden. Ein Gramm

gewöhnlichen Schiefspulvers giebt beinahe das doppelte Volumen an elastischen Flüssigkeiten.

Die Wiederherstellung des Quecksilbers in Dampfgestalt wäre ein sehr grofser Uebelstand, wenn bei den Percussionsgewehren das Knallpulver in gröfserer Menge als wirklich der Fall ist angewandt würde, denn die Quecksilberdämpfe riechen unangenehm und sind der Gesundheit nachtheilig. Zwar haben bis jetzt die Jäger noch keine Klage hierüber geführt, allein nicht destoweniger ist das Uebel da; und bevor man diefs Knallpulver beim Militair einführt, erheischt es die Vorsicht, dafs man untersuche, welchen Einflufs dasselbe, in Folge der angegebenen Ursachen, auf die Gesundheit der Soldaten ausüben könne.

Detonation des knallsauren Quecksilbers durch Stofs.

Wir werden diese Eigenschaft bei völlig trocknem und bei sehr feuchtem Knallquecksilber untersuchen.

Es verpufft sehr leicht durch einen Schlag mit Eisen auf Eisen, etwas weniger leicht durch einen Schlag mit Eisen auf Bronze, und noch schwieriger durch einen Schlag mit Marmor auf Glas, oder mit Marmor auf Marmor, oder mit Glas auf Glas. In allen diesen Fällen entzündet es sich jedoch mit ziemlicher Leichtigkeit, so dafs man fast sicher bei jedem Schlag eine Explosion erwarten kann. Ein Schlag mit Eisen auf Blei entzündet es dagegen nur sehr schwierig, und einer mit Eisen auf Holz ist ganz ohne Wirkung.

Durch Reibung, besonders durch die von Holz gegen Holz, entzündet sich das Knallquecksilber immer leicht; etwas schwieriger detonirt es beim Reiben von Marmor gegen Marmor, dann von Eisen gegen Eisen, und endlich von Eisen gegen Holz und Marmor. Gepülvert detonirt es, besonders beim Reiben, schwieriger als in Krystallen.

Mit 5 Procent Wasser befeuchtet, verliert das knall-

saure Quecksilber viel an seiner Entzündlichkeit; es detonirt indefs noch leicht durch einen Schlag mit Eisen auf Eisen, aber nur der vom Schlag getroffene Theil verpufft, ohne Flamme, und ohne die Entzündung dem nicht getroffenen Theile mitzutheilen. Die Reibung von Holz gegen Holz wirkt ähnlich; allein durch einen Schlag mit Marmor auf Marmor oder durch Reibung von Marmor gegen Marmor oder Holz hat bei eigends dazu angestellten Versuchen keine Entzündung bewirkt werden können. Durch einen heifsen Körper entzündet, verbrennt das feuchte Knallquecksilber mit derselben Langsamkeit, wie Schiefspulver, dem 15 Procent Wasser zugesetzt worden.

Wenn das Knallsalz mit 10 Procent Wasser gemengt worden ist, geschieht die Entzündung noch schwieriger. Es verschwindet indefs durch einen Schlag mit Eisen auf Eisen, aber ohne Flamme und ohne Geräusch; nur der vom Schlag getroffene Theil brennt und wirft das andere umher. Mit 30 Procent Wasser befeuchtet, detonirt es zuweilen noch unter dem Reiber (Holz gegen Marmor) während der Behandlung; allein die Detonation ist partiell und theilt sich nicht der übrigen Masse mit; der Reiber wird blofs unter den Händen des Arbeiters etwas gehoben, ohne dafs je ein Unglücksfall dabei stattfindet. Diese Erfahrungen geben die Gewifsheit, dafs man die Explosionen wenig zu fürchten braucht, wenn man mit Wasser gemengtes Knallquecksilber behandelt *).

Wirkung des explodirenden Knallquecksilbers. Die sehr entzündlichen Pulver haben das Eigenthümliche, dafs

*) Nach dem neuen Verfahren, welches man in der auf der Ebene von Ivry, bei Paris, gelegenen Zündhütchen-Fabrik, seit der Explosion, durch welche sie gänzlich zerstört wurde, angenommen hat, sind daselbst schon mehr als 200 Millionen Zündhütchen verfertigt, ohne einen andern Unfall als den obengenannten, dafs eine Marmorplatte unter dem Reiber zersprang.

sie, selbst bei sehr geringen Quantitäten, im Momente ihrer Entzündung verpuffen, und dabei auf ihre Umgebungen wie Körper wirken, die mit grofser Geschwindigkeit begabt sind. Das gemeine Schiefspulver, selbst das beste, hat bei weitem nicht die rasche Entzündbarkeit wie das knallsaure Quecksilberoxyd, und vor allem wie das knallsaure Silberoxyd; es giebt kein Geschütz, welches, wenn es mit diesen Knallsalzen in gleicher Dosis wie mit Schiefspulver geladen würde, den Wirkungen derselben widerstehen könnte, obgleich das Volumen der entwickelten Gase bei ihnen kleiner ist als beim Schiefspulver *).

30 Grammen knallsauren Quecksilberoxyds in einem Pappkästchen, auf dem Boden eines lose befestigten Fasses, angezündet, schlugen hier immer, ohne es zu zertrümmern, ein rundes Loch ein, wie es die abgeschossene Kugel eines Vierpfünders gethan haben würde. Der Knall dabei schien immer viel stärker, als der eines Flintenschusses.

Dieselbe Quantität Schiefspulver, unter gleichen Umständen angezündet, brachte kaum ein Geräusch hervor, machte kein Loch im Boden des Fasses, und erschütterte dasselbe kaum einmal.

25 Gramm. knallsauren Quecksilberoxyds, an freier Luft auf einem auf dem Boden liegenden Brette angezündet, zerstückelten dieses und machten überdiefs unter dem Brette noch ein Loch in der Erde. Ein eingegrabenes Fafs von etwa dem Inhalt eines Hectoliters, wurde

*) Wie klein auch die Dosis des Knallquecksilbers seyn mag, so würde doch jedes, aus den bekannten Metallen verfertigte Geschütz sehr bald zerstört werden; denn beim Füllen der Zündhütchen mit einem Gemenge von Knallquecksilber und gemeinem Schiefspulver bekommen die Stempel von gehärtetem Gufsstahl, mit denen man jenes Gemenge in die Hütchen eindrückt, in Folge der in jedem Augenblick eintretenden Explosionen, bald Furchen, obgleich die erzeugten Gase einen freien Ausgang neben den Stempeln haben.

durch die Detonation einer gleichen Menge Knallquecksilber zertrümmert.

Eine kleine Kammer von Stahl, von 9 Cubikmillimeter Inhalt und 3 Millimeter dicken Wänden, wurde oft durch die Explosion des darin eingeschlossenen Knallquecksilbers in Stücke zerrissen.

25 Grammen Knallquecksilber, die an freier Luft abgebrannt wurden, theilten die Entzündung einer andern, 5 Centimet. davon entfernten, Portion Knallquecksilber mit, einer dritten, 12 Centimeter entfernt liegenden, Portion aber nicht mehr.

Wenn man Knallquecksilber und Schiefspulver in langen Streifen neben oder auf einander auf Papier schüttet, und dann das erstere anzündet, so wird das Schiefspulver versprengt, ohne Spuren seiner Verbrennung auf dem Papier zu hinterlassen, im Gegentheil kann man es fast ganz wieder auflesen. Zündet man dagegen das Schiefspulver an, und die Entzündung gelangt zum Knallsalze, so hat dieses, obgleich seine Detonation die Sache eines Augenblicks ist, dennoch Zeit den Rest des Schiefspulvers zu zerstreuen, ehe es von der Entzündung erreicht wird, und man bemerkt an dem fortgeschleuderten Theil keine Spuren von Verbrennung. Ein inniges Gemenge vom Knallsalze und Schiefspulver verbrennt dagegen ganz und gar.

Dafs das Knallquecksilber an freier Luft die Entzündung auf so geringe Entfernungen fortpflanzt, kann um so auffallender erscheinen, als diese Fortpflanzung in den Schlössern der Percussionsflinten, in Bezug auf die Quantität des Knallsalzes, unvergleichlich gröfser ist; sie erstreckt sich hier bis auf mehr als ein Centimeter; ja der Oberstlieutenant Châteaubrun hat sogar mit 10 Centigrammen Knallquecksilber und vermittelst einer Zündkammer von 10 Löchern noch durch die Metalldicke eines Vierundzwanzigpfünders das Pulver zur Entzündung gebracht. Die von uns angeführten Resultate

sind indeſs nicht zu bezweifeln, und man wird bald sehen, daſs die Anomalie, welche sie darbieten, nur scheinbar ist *).

Die Kraft des Knallquecksilbers ist weit gröſser als die des besten Jagdpulvers, allein es ist schwer zu sagen, wie viele Male. Um sie annähernd zu bestimmen, hat man sich begnügt, verschiedene Mengen von diesem Knallsalze und vom Jagdpulver unter einer hohlen Masse von Kupfer abzubrennen, deren Hebung man mittelst einer paſslichen Vorrichtung messen konnte. Man hat gefunden, daſs, unter diesen Umständen, die Kupfermasse vom Knallsalze 15 bis 30 Male höher als vom Schieſsgehoben wurde.

Vermöge der groſsen Schnelligkeit seiner Explosion, durch welche das Knallquecksilber ähnliche Effecte wie eine abgeschossene Kugel hervorbringt, kann dasselbe in gewissen Fällen eine nützliche Anwendung finden, z. B. um, in Form von Petarden, Thore aufzusprengen.

Gemenge aus Knallquecksilber und Schieſspulver als Zündkraut. Die Menge des zu einem Zündsatz nöthigen Knallquecksilbers ist so gering, daſs sie gewissermaſsen nicht zu handhaben ist. Man wurde natürlich veranlaſst, das Knallquecksilber mit gewöhnlichem Pulver zu mengen, um das Volumen der Zündsätze zu vergröſsern, allein dieſs ist nicht der Hauptvortheil hiebei. Denn das Knallquecksilber theilt für sich allein dem Pulver die Entzündung nur schwierig mit und auf geringere Entfernungen, als wenn es mit Mehlpulver gemengt ist; dieſs ist eine Folge der Augenblicklichkeit seiner Entzündung. Wenn es für sich angewandt wird, so haben die Gase

*) Unsere (die französische) Marine gebraucht ein mit demselben Pulver verfertigtes Zündkraut, welches auf das Zündloch der Kanone gebracht wird, und welches das Feuer nicht nur durch die ganze Dicke des Metalls zur Patrone bringt, sondern auch sogar dieselbe aufreiſst, wie stark auch das Pergament oder die an dessen Statt angewandte Substanz seyn mag.

den gröfsten Theil ihrer Wärme verloren, ehe sie das Pulver erreichen, und sie können also dieses nicht mehr entzünden; ist es aber mit Mehlpulver gemischt, so wird dieses noch brennend auf das Pulver geschleudert und letzteres dadurch entzündet. So müssen, wenigstens unserer Meinung nach, die oben erwähnten Thatsachen über die Fortpflanzung der Entzündung des Knallsalzes erklärt werden *).

Das vortheilhafteste Verhältnifs für die Masse der Zündhütchen ist, wie es scheint, 10 Gewichtsth. Knallquecksilber auf 6 Gewichtsth. Mehlpulver. Weniger wirksam wird sie, wenn man 10 Knallquecksilber auf 7 Mehlpulver nimmt.

Bei den mit Wachs überzogenen Zündpillen mufs der Zusatz von Mehlpulver verringert werden; bei den käuflichen beträgt er 5, bei den von Hrn. Vergnaud für Musketen vorgeschlagenen gar nur 3,3.

Für eine Jagdflinte sind 0,0166 Grm. Knallquecksilber ausreichend, d. h. mit einem Kilogramm dieses Knallsalzes lassen sich 57600 Zündhütchen füllen; für eine Muskete müssen aber die Zündhütchen etwas mehr Masse enthalten. In den Zündpillen (*amorces cirées*) beträgt die Menge des Knallsalzes 3 Centigrammen oder etwa doppelt so viel als in den Zündhütchen.

Die Kraft, welche zur Entzündung des knallsauren Quecksilbers nöthig ist, wird desto gröfser; je beträchtlicher der Zusatz des Mehlpulvers, und je dicker die Schicht des Knallsalzes ist. Man kann folglich die Zündhütchen leichter oder schwieriger explodirend machen,

*) Bei den Versuchen, wo man das knallsaure Quecksilber mit verschiedenen Substanzen vermischte, mehr um das Zündkraut gegen Feuchtigkeit zu schützen, als um die Zusammensetzung desselben zu ändern, hat man gefunden, dafs viele Substanzen die Explosion des Knallquecksilbers schwächen, wenn gleich sie auch mit diesem allein und in kleinen Portionen vermischt werden; dergleichen Substanzen sind: Oele, Fette und Harze.

kann es z. B. so einrichten, dafs sie von dem Schlag des gespannten Hahns entzündet werden, von dem aus seiner Ruhe springenden Hahne aber nicht mehr. Zur Messung dieser Kraft bedient man sich mit Vortheil eines Gewichtes, welches man von veränderlichen Höhen herabfallen läfst; man hat aber auch eingesehn, dafs es nothwendig sey, zugleich auf die Strecke Rücksicht zu nehmen, welche die Entzündung in dem zum Pulver führenden Kanal zurücklegen mufs; denn, wie schon bemerkt, ist es nicht das reine Knallsalz, welches die Entzündung am weitesten fortpflanzt. Uebrigens kann man das explosivste Zündkraut anwenden, ohne befürchten zu dürfen, dafs es von dem aus der Ruhe springenden Hahn entzündet wird, sobald man nur demselben in dieser Lage einen sehr kleinen Abstand vom Zündloche giebt.

Untersuchung des fulminirenden Zündpulvers in Bezug auf das Beschmutzen und Angreifen des Eisens. Das Knallquecksilber läfst, wie gesagt, auf den Körpern, auf denen man es abbrennt, einen kohligen Rückstand zurück. Dieser Rückstand ist in Bezug auf das Gewicht des Knallsalzes ziemlich grofs; wegen der ungemein geringen Menge, die von letzterem angewandt wird, ist er aber von keinem Nachtheil. Ueberdiefs nimmt er niemals Cohärenz an, und kann sich auch nicht sehr anhäufen, da er durch die Detonation zerstreut wird. Auch greift er das Eisen nicht an.

Die üblichen fulminirenden Zündpulver aber, welche aus einem Gemenge von Knallquecksilber und Mehlpulver bestehen, verhalten sich anders. Wenn man den Schmutz, den sie geben, darnach beurtheilen wollte, wie oft mit ihnen die Flinten versagen, was ein sehr genaues Schätzungsmittel dieses Uebelstandes ist, so würde man ihn als Null betrachten können; denn nach den Versuchen, die weiterhin angeführt werden, versagte ein hundert mal hinter einander geladenes Gewehr niemals, weder

auf der Pfanne noch im Laufe; während man bei gemeinem Schiefspulver und bei unsern ältern Schlössern gewöhnlich annimmt, dafs die Flinten unter sieben Schüssen einmal versagen.

Um die ätzende Wirkung der fulminirenden Zündpulver auszumitteln, liefs man auf einem gut polirten Flintenlauf beinahe gleiche Quantitäten von reinem Knall quecksilber, von einem Gemenge aus Knallquecksilber und Mehlzucker, vom Pulver mit chlorsaurem Kali und von gemeinem Schiefspulver verpuffen; auch benetzte man einen Theil des Laufs mit einer Lösung von Kochsalz, und brachte ihn dann in ein feuchtes Gemach. Vierundzwanzig Stunden hernach wurden die Wirkungen auf das Eisen untersucht. Das reine Knallquecksilber hatte einen kohligen Rückstand hinterlassen, der voluminöser als der beim Schiefspulver zu seyn schien, unter welchem aber das Eisen nicht angegriffen war. Das gemeine Schiefspulver hatte einen geringeren Rückstand gegeben und weniger Rost auf dem Eisen erzeugt, als das fulminirende Zündpulver; das Salzwasser und endlich das Pulver mit chlorsaurem Kali hatten den meisten Rost erzeugt.

Untersuchung der Vortheile, welche die Percussionsflinten in Bezug auf Pulverersparung darbieten. Bei den gewöhnlichen Flinten geht ein Theil der elastischen Flüssigkeiten durch das Zündloch verloren, was bei den Percussionsflinten nicht der Fall ist; es schien daher interessant, die Gröfse dieses Verlustes zu messen.

Man nahm zwei Flinten, ähnlich den im J. 1816 für die französische Infanterie gegebenen Musterflinten, und prüfte sie nach einander am ballistischen Pendel, mit einer Ladung von 10 Grammen Musketenpulver und einer zwischen zwei Pfropfen von geglättetem Papier gebrachten Kugel, von denen 19 auf ein Pfund gingen. Das Zurückprallen des Pendels war für beide Flinten, die mit No. 1. und No. 2. bezeichnet seyn mögen, bei-

nahe gleich. Man versah nun die Flinte No. 2. mit einem Percussionsschlofs und versuchte, mit welcher Quantität Pulver sie geladen werden mufste, um eine eben so grofse Ablenkung des Pendels wie mittelst des andern, mit 10 Grm. Pulver und einer Kugel geladenen Flinte zu erhalten. Man fand, dafs dazu 9,14 Grm. hinreichten, und daraus ergiebt sich, dafs man, wenn man die gemeine Flinte gegen eine Percussionsflinte vertauscht, die Ladung um fast ein Zehntel vermindern kann, ohne die Schufsweite zu schwächen. Das angegebene Verhältnifs bleibt auch bei etwas stärkeren Ladungen als 10 Grm. beinahe dasselbe, und läfst sich genau auf die Munitionsladung der Gewehre von 12,25 Grm. anwenden, von denen etwa nur 11 Grm. in den Lauf kommen *).

Durch den Gebrauch der Percussionsflinten wird nicht nur ein Zehntel der Ladung erspart, sondern auch das Pulver, welches man bei den gewöhnlichen Flinten auf die Pfanne schütten mufs, und im Mittel 1,1 Grm. beträgt, so wie auch dasjenige, welches durch das gemeiniglich unter sieben Schüssen einmal eintretende Versagen der gemeinen Flinten verloren geht. In Summa werden also bei jedem Schufs $2^{grm.},276$ auf $12^{grm.},25$ erspart oder $2^{kilgr.},276$ bei 1000 Schüssen, was, wenn man das Kilogramm Schiefspulver $2^{fr.},75$ rechnet, $6^{fr.},26$ ausmacht. Zwar wird dieser Vortheil zum Theil durch den Preis des Knall-Zündkrauts, welches für 1000 Zündhütchen auf $3^{fr.},50$ geschätzt wird, wieder aufgehoben; allein selbst wenn man diese Zahl von $6^{fr.},26$ abzieht, bleibt dennoch eine Ersparung von $2^{fr.},76$ auf 1000 Schüssen. Uebrigens verweilen wir bei dieser Berechnung nur deshalb, um zu zeigen, dafs die Einführung des fulminirenden Zündkrauts in

*) Der Unterschied zwischen den Wirkungen einer Percussionsflinte und einer gemeinen Flinte rührt zum Theil auch wohl von der gröfseren Schnelligkeit her, mit der bei der ersteren die Ladung entzündet wird.

in ökonomischer Hinsicht eher vortheilhaft als nachtheilig sey.

Versagen der Percussionsflinten. Um die Wirkung des fulminirenden Zündkrauts besser beurtheilen zu können, suchten wir dasselbe unter ähnliche Umstände, wie im Kriege stattfinden, zu versetzen, und wandten deshalb zu den Versuchen ein schon etwas verdorbenes und schlecht ausgestäubtes Musketenpulver an. Das Gewehr wurde mit der gewöhnlichen Ladung scharf geladen und das Zündkraut in Form der Zündhütchen angewandt.

Mit einem Zündkanal von 1,1 Millim. versagte das Gewehr erst beim 53sten Schufs, und vom 55sten bis 60sten Schufs gebrauchte man bis 6 Zündhütchen ohne das Zündloch zu verstopfen, ehe es losging.

Als man statt des ersten Zündkanals einen andern von 1,85 Millimeter im Durchmesser anschrob, versagte, bei mehreren Reihen von Versuchen, unter hundert Schüssen nicht einer. Nach der letzten Reihe wurde das Gewehr nicht gereinigt, und am andern Morgen das Schiefsen wieder begonnen. Beim 1sten, 2ten, 3ten, 4ten, 5ten, 7ten, 16ten und 42sten Schufs versagte die Flinte, von diesem ab bis zum 100sten aber nicht wieder. Offenbar war es also der Schmutz, der sich am vorhergehenden Tage in dem Zündkanal gebildet und durch absorbirte Feuchtigkeit aufgeschwellt hatte, die Ursache des Versagens gewesen. Es ist merkwürdig, dafs bei allen diesen Versuchen die Zündhütchen niemals versagten.

Dieselben Versuche wurden mit den von Herrn Vergnaud vorgeschlagenen Zündpillen (*amorces cirées*) wiederholt, wobei man, nach einigen Abänderungen am Pfannendeckel, die nämliche Flinte gebrauchte. Da die Temperatur der Atmosphäre sehr hoch war, wurden sogleich mehrere Untugenden dieser mit Wachs überzogenen Zündpillen bemerklich; sie erweichten sich nämlich, klebten bei einem geringen Druck zusammen, und verloren ihre Gestalt. Mit dem Zündkanal von 1,1 Milli-

meter Durchmesser versehen, versagte die Flinte häufiger mit ihnen als mit den Zündhütchen während der hohen Temperatur, und oft beim 20sten Schufs; doch wurden diese Versuche, wie bei den Zündhütchen, nur bis zum 60sten Schufs fortgesetzt. Mit dem Zündkanal von 1,85 Millim. Durchmesser versagte unter hundert Ladungen nicht eine; allein der Schmutz war so beträchtlich geworden, dafs man einen Kratzer gebrauchen mufste. Zuweilen versagten auch die Zündpillen, was eben so gut von deren besonderen Natur als von der Form des Schlosses abhängen kann.

Es ist hier nicht der Ort die Pfannendeckel für die Zündpillen mit den Pfannendeckeln für die Zündhütchen zu vergleichen; wir bemerken nur, dafs die letztere Art von Pfannendeckeln weniger Genauigkeit in der Ausführung erfordert als die erstere, dafs der Hahn dabei das Zündloch sicherer in einer senkrechten Richtung trifft und weniger Kraft zum Entflammen des Zündkrauts braucht, auch dafs das Schmutzen bei den Zündhütchen weniger beträchtlich ist.

Der Vortheil, der aus der Sicherheit gegen das Versagen entspringt, erstreckt sich nicht blofs auf das Pulver, welches unter sieben Schüssen einmal auf der Pfanne erspart wird; vielmehr mufs man erwägen, dafs der Soldat entweder unwillkührlich, oder, wie er es oft zur Verminderung des Rückstofses seiner Flinte thut, absichtlich eine weit beträchtlichere Menge Pulver, als vorausgesetzt wurde, auf die Pfanne schüttet. Allein aufser dieser vielleicht nur unbedeutend erscheinenden Ersparung, haben die Percussionsgewehre den aufserordentlichen Vortheil, dafs sie die Zuversicht des Soldaten erhöhen, indem sie ihm die Sicherheit geben, dafs er sich im Angesicht des Feindes im Momente der Gefahr auf seine Waffe verlassen kann.

Man könnte glauben, das Versagen sey nur dadurch zu verhüten, dafs man dem Zündloche einen gröfsern

Durchmesser gäbe, die Schufsweite also verminderte; allein die Erfahrung hat uns gelehrt, dafs das Zurückweichen des ballistischen Pendels ganz gleich ist, das Zündloch oder der Zündkanal an der Flinte mag 1,85 oder 1,1 Millimeter im Durchmesser haben. Diefs Resultat kann nicht in Verwunderung setzen, wenn man erwägt, dafs bei den Percussionsschlössern das Zündloch nach dem Abdrücken durch den Hahn geschlossen bleibt. Es wäre sogar möglich, das Zündloch noch mehr zu erweitern, sobald man nur dem Hahne Kraft genug gäbe, dafs er den Gasen, die aus dem Zündloch zu entweichen suchen, widerstehen könnte.

Ueberdiefs haben wir uns überzeugt, dafs selbst bei der gemeinen Flinte eine Veränderung im Durchmesser des Zündlochs von 1 bis 2 Millimeter keine merkliche Schwächung der Schufsweite nach sich zieht. Folgende Tafel enthält unsere Resultate hierüber.

Durchmesser des Zündlochs.	Nöthige Pulverladung für jeden Durchmesser, um eine gleiche Ablenkung des ballistischen Pendels zu bewirken.
0,90 Millimet.	10,00 Gramm.
1,66	10,00
2,76	10,39
3,48	10,72

Fabrication des knallsauren Quecksilberoxyds. Diefs Pulver wird aus Quecksilber, Salpetersäure von 38 oder 40° Beaumé, und Alkohol von 85 oder 88 Procenten bereitet. Mannigfaltige Versuche im Kleinen haben uns gelehrt, dafs die besten Verhältnisse die von Howard angegebenen sind, nämlich: 1 Quecksilber, 12 Salpetersäure und 11 Alkohol. Ein Kilogramm Quecksilber giebt $1\frac{1}{4}$ Kilogrm. reinen Knallsalzes, mit welcher Quantität man wenigstens 40 000 Zündhütchen zum Gebrauch bei Musketen verfertigen kann.

Da das so bereitete Knallquecksilber in kleinen Kry-

stallen erhalten wird, so zerreibt man es erstlich auf einer Marmortafel mit einem hölzernen Reiber, nachdem man es mit 30 Procent Wasser angefeuchtet hat; hierauf setzt man auf 10 Theile Knallsalz 6 Th. gemeinen Schiefspulvers hinzu, und fährt mit dem Reiben fort. Man erhält einen festen Teig, der, nachdem er an der Luft bis zum gehörigen Grade ausgetrocknet ist, in Körner geformt wird, von denen jedes für eine Ladung hinreicht.

Bietet gleich das Knallquecksilber keine Gefahr dar, so lange es feucht ist, so mufs es doch, sobald es trokken ist, mit vieler Vorsicht behandelt werden. Indefs kann man die Behandlung desselben in diesem Zustande vermeiden, und da die Fabrication des fulminirenden Zündkrauts niemals sehr in's Grofse gehen wird, läfst sich die Arbeit theilen und nach sehr vollkommnen Verfahrungsarten ausführen; wir nehmen daher keinen Anstand zu erklären, dafs diese Fabrication keine Schwierigkeit hat, und nicht mehr Gefahr als die des gemeinen Schiefspulvers. Eine Explosion würde hier, sowohl für die Arbeiter wie für die Gebäude, selbst weniger traurige Folgen haben, da die gleichzeitig behandelten Mengen sehr klein sind.

Bisher gebräuchliche Anwendungsweisen des Knallpulvers. Man hat das Knallpulver angewandt: 1) in Form von Körnern; 2) in Pastillen, überzogen mit Blei oder Papier; 3) in gefirnifsten Körnern; 4) in mit Wachs überzogenen Pillen; 5) in Hütchen; 6) in Röhren.

Das Pulver in Körnern ist sehr gefährlich, denn die Explosion eines einzigen Kornes theilt sich sogleich der ganzen Masse mit. Es ist fast nicht mehr im Gebrauch.

Die übrigen Formen haben diesen Fehler nicht; allein da sie darin übereinkommen, dafs sie mit einer Hülle umgeben sind, und unter diesen die Wachspillen und Kupferhütchen fast allein im Gebrauch sind, so werden wir uns nur mit diesen beiden beschäftigen.

Die überwachsten Zündpillen waren schon bei den

Jägern in Gebrauch, als Hr. Vergnaud sie für die Infanterie vorschlug. Eine jede enthält 3 Centigrammen knallsauren Quecksilbers und 1 Centigramm Kanonen-Mehlpulver, und ist umgeben von einer Schicht Wachs, durch welche sie sehr gut gegen Feuchtigkeit geschützt, auch die gleichzeitige Entzündung mehrerer Pillen verhindert wird. Sie lassen sich auch sehr gut auf die Pfanne befestigen, und leicht und ohne Gefahr transportiren, sobald man nur dafür sorgt, sie vor der Wärme der Sonne und anderer Körper zu schützen, durch welche sie zusammenbacken könnten.

Sie haben das Unbequeme, stark zu schmutzen und etwas mehr Rauch und Geruch als die Zündhütchen zu geben. Gegenwärtig kostet das Tausend im Handel 6$^{fr.}$,75 bis 7$^{fr.}$,0.

Die Zündhütchen sind gegenwärtig am meisten im Gebrauch, und sie bilden wenigstens 99 Procent der ganzen Consumption; die bei Jagdflinten üblichen enthalten 0$^{grm.}$,017 Knallquecksilber, gemischt mit 60 Procent Mehlpulver. Diese Hütchen widerstehn der Feuchtigkeit sehr gut, und fangen selbst nach mehrstündiger Eintauchung in Wasser noch Feuer. Ihre sehr regelmäfsige und sehr solide Gestalt gestattet, sie auf den Zapfen des Zündlochs durch mechanische Mittel zu befestigen, was bei den Gewehren der Soldaten sehr vortheilhaft seyn wird. Bei der Explosion wird das Kupferhütchen aus einander gerissen, selten zerstückelt oder fortgeschleudert; höhlt man den Kopf des Percussionshahns aus, so wird das Kupfer nur auf den Boden geworfen.

Die Hütchen werden mittelst des Balanciers mit grofser Schnelligkeit verfertigt. Die gefüllten Hütchen fangen zuweilen Feuer während ihrer Fabrication; allein die Entzündung theilt sich nur sehr selten der geringen Zahl derer mit, die eben in Arbeit sind. Der Transport derselben ist sehr leicht und ohne Gefahr. Im Handel kosten gegenwärtig das Tausend 3$^{fr.}$,5. In diesem Augen-

blick läfst sich nicht entscheiden, ob die mit Wachs überzogenen Zündpillen oder die Zündhütchen vortheilhafter sind zum Gebrauch für das Militär; um diese Frage zu beantworten, sind noch Versuche erforderlich.

Folgerung.

Die bisherige Erfahrung über das fulminirende Zündkraut und dessen fast allgemeiner Gebrauch bei den Jagdgewehren heben allen Zweifel hinsichtlich seiner vortheilhaften Anwendung auf die Kriegswaffen. Seine Einführung wird Pulver ersparen, den Schufs sicherer machen und dem Soldaten gröfsere Dreistigkeit geben.

Das Pulver mit chlorsaurem Kali hat das Ueble, dafs es die Gewehre stark angreift und beschmutzt, folglich sie zum Versagen geneigt macht; daher verdient das Zündkraut mit Knallquecksilber, welches von allen diesen Fehlern frei ist, den Vorzug.

Die Fabrication des Knallquecksilbers, obwohl sie nicht ohne Gefahr ist, bietet keine reelle Schwierigkeiten dar.

Die von Hrn. Vergnaud vorgeschlagenen Zündpillen bestehen, wie jetzt alles fulminirende Zündkraut, aus knallsaurem Quecksilber, unterscheiden sich aber durch ihre Hülle von Wachs. Die Zündhütchen, so weit sich aus ihrem fast allgemeinen Gebrauch bei Jagdflinten schliefsen läfst, verdienen den Vorzug; doch können die Bedürfnisse des Kriegsdienstes andere Umstände erheischen, deren Untersuchung uns nicht obliegt, und daher kann die Erfahrung allein diesen Gegenstand entscheiden.

Beim Schlusse dieses Berichtes glauben wir noch einen Einwurf beleuchten zu müssen, den man gegen die Anwendung des fulminirenden Zündkrauts bei Kriegsgewehren erheben könnte, den nämlich, dafs wir das dazu nöthige Quecksilber aus dem Auslande beziehen, woraus, wenn wir im Fall eines Krieges Mangel daran erlitten, grofse Gefahr erwachsen könnte. Um diesen

Einwurf seine Bedeutung zu nehmen, braucht man aber nur zu bedenken, dafs man aus *einem* Kilogramm Quecksilber hinlänglich Zündkraut für 40,000 Schüsse, also aus 100 Kilogrammen für vier Millionen Schüsse verfertigen kann, was hinreicht, um eine Armee von 100,000 Mann damit auszurüsten. Es wird daher ein Leichtes seyn, sich zu gelegenen Zeiten mit einer für den Bedarf der Armee hinlänglichen Masse Quecksilber zu versehen; und überdiefs weifs man aus Erfahrung, dafs Frankreich, selbst während der letzten Continentalsperre, niemals Mangel an Quecksilber gelitten hat. Im Fall der Noth könnte man auch endlich, ohne etwas an dem Mechanismus des Gewehrschlosses zu ändern, auf kurze Zeit chlorsaures Kali und selbst knallsaures Silber anwenden.

XV. *Beobachtungen über die Oxydation des Phosphors; von Hrn. Thomas Graham.*

(*Quart. Journ. of Science*, *N. S. No.* 11. *p.* 83. Im Auszuge.)

Ueber die langsame Verbrennung des Phosphors bei niederen Temperaturen sind uns gegenwärtig mehrere sonderbare Thatsachen bekannt, namentlich folgende:

1) Unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre und bei einer Temperatur unter 64° F. erscheint im reinen Sauerstoffgase der Phosphor bei Tageslicht nicht mit dem gewöhnlichen weifsen Dampf umgeben, und im Finstern ist er nicht leuchtend; auch wird dabei kein Sauerstoffgas absorbirt.

2) Dehnt man aber das Sauerstoffgas aus, indem man es einem um 2 bis 3 Z. verminderten Druck aussetzt, so tritt eine langsame Verbrennung des Phosphors ein.

3) Auch unter dem gewöhnlichen Druck der Atmo-

sphäre wird der Phosphor im Sauerstoffgas leuchtend, sobald man dieses mit gewissen Gasen, als Wasserstoffgas, Stickgas, Stickstoffoxydulgas, Kohlensäuregas, Kohlenoxydgas u. s. w. in den erforderlichen Verhältnissen vermischt. Deshalb leuchtet er auch in gemeiner Luft.

4) Andere Gase dagegen erhöhen die Wirkung des Sauerstoffs auf den Phosphor nicht; diefs ist der Fall mit dem ölbildenden Gase und dem Stickgase, welches durch einen Teig von Schwefel und Eisen aus atmosphärischer Luft erhalten wird.

Die erste und dritte Thatsache sind lange bekannt; die zweite wurde von Hrn. Bellani aufgefunden, und die vierte scheint Hr. Thénard zuerst beobachtet zu haben, der in seinem *Traité de chimie* diesen Gegenstand ausführlich behandelt.

Diesen Erfahrungen hat der Verfasser durch seine Versuche die folgenden hinzugefügt. Zunächst hat er gefunden, dafs die langsame Verbrennung des Phosphors in Sauerstoffgas schon durch Zusatz sehr geringer Mengen gewisser Gase gehindert wird, namentlich, dafs sie bei 66° F. in folgenden Gemengen durchaus nicht stattfindet.

1	Volumen	ölbildenden Gases	und	450 Vol. Luft
1	-	Schwefeläther-Dampf	-	150
1	-	Naphtha-Dampf	-	1820
1	-	Terpenthinöl-Dampf	-	4444

Feuchte Luft, der nur $\frac{1}{400}$ ihres Volumens ölbildenden Gases beigemengt worden war, erlitt in einer oft über +70° F. steigenden Temperatur durch 24stündige Berührung mit Phosphor keine Volumensverringerung. Ein Stück Phosphor, das mit etwas Wasser und mit 213 K. Z. Luft, die $\frac{1}{20}$ ölbildendes Gas enthielt, drei Monate lang in Berührung blieb, wurde niemals leuchtend, obgleich es sich mit einer weifsen Kruste überzog und das Wasser säuerlich wurde.

Die Wirkung des Aetherdampfs zeigt sich in einer auffallenden Weise, wenn man ein wenig von ihm zu

feuchten Phosphor bringt, der sich in einer Quartflasche befindet und dieselbe mit seinem leuchtenden Dampf erfüllt hat; nach wenigen Secunden ist aller Rauch verschwunden, und, wenn die Flasche verschlossen bleibt, erscheint er nicht eher, als bis, nach einigen Tagen, der Aether in Essigsäure verwandelt ist.

In Luft von 63° F. hört das Leuchten des Phosphors auf, wenn man ihm 4 Procent Chlorgas oder 20 Procent Schwefelwasserstoffgas zusetzt. Auch der Dampf eines starken Weingeistes hat bei 80° F. diese Wirkung; aber die Dämpfe von Campher, Schwefel, Jod, Benzoësäure, kohlensaurem Ammoniak, Jodkohlenstoff sind bei 67° F. ohne Wirkung. In dem Hals einer Flasche, die starke Salzsäure enthält, scheint der Phosphor leuchtender zu werden. Salpeter und salpetrige Säure schwächen dagegen das Leuchten merklich; Steinkohlengas und der Dampf des Oels, das sich aus comprimirtem Oelgas absetzt, hindern die Oxydation des Phosphors.

Selbst in höheren Temperaturen schützen die genannten Gase den Phosphor vor der Oxydation. In Luft, die ein gleiches Volumen an ölbildendem Gase enthält, kann der Phosphor geschmolzen und lange Zeit in der Temperatur von 212° F. erhalten werden, ohne dafs er eine Veränderung erleidet. In einem Gemenge von 3 Volumen Luft und 2 Vol. Aetherdampf wird der Phosphor erst bei 215° F. schwach und vorübergehend leuchtend im Dunkeln; der schwache aufflackernde Schimmer verschwindet bei 210° F. wieder gänzlich, und kann durch Steigern und Senken der Temperatur innerhalb dieser Gränzen beliebig hervorgebracht und vernichtet werden. Bei 240° F. findet dagegen eine ziemlich lebhafte Verbrennung statt.

Ein schwaches Leuchten des Phosphors im Finstern zeigt sich in einem Gemenge von

1 Vol. Luft und 1 Vol. ölbild. Gases zuerst bei 200° F.
3 - - - 2 - Aetherdampf - - 215

111 Vol. Luft und 1 Vol. Naphthadampf zuerst bei 170° F.
116 - - - 1 - Terpenthinöldampf - - 186

Den Einflufs des barometrischen Drucks auf diese Erscheinungen zeigt folgende Tafel; sie giebt an, wie viel ölbildendes Gas der Luft, bei verschiedenem Druck, und bei der Temperatur 70° F. hinzugesetzt werden kann, damit der Phosphor noch leuchtend bleibe.

Oelbildend. Gas.	Barometr. Druck.	Oelbildend. Gas.	Barometr. Druck.
$\frac{1}{3}$	1,4 engl. Zoll	$\frac{1}{40}$	12,1 engl. Zoll
$\frac{1}{5}$	2,3	$\frac{1}{50}$	16,5
$\frac{1}{10}$	3,2	$\frac{1}{100}$	25,5
$\frac{1}{20}$	5,0	$\frac{1}{200}$	26,4
$\frac{1}{30}$	10,3	$\frac{1}{450}$	29,0

Naphtha- und Terpenthinöl-Dampf verlieren ihre Wirkung mit Verminderung des Drucks sehr schnell.

Sumpfgas hindert die Oxydation des Phosphors nur bis zu einem gewissen Grad, und verliert diese Wirkung über einer Quecksilbersäule von wenigen Zollen, weshalb sich beigemengtes Sauerstoffgas auch durch Phosphor alsdann entfernen läfst.

Schwefelphosphor und Phosphorwasserstoffgas werden ebenfalls bis zu einem gewissen Grade durch ölbildendes Gas, Schwefeläther-Dampf u. s. w. gegen die Oxydation geschützt, wegen ihrer hohen Entzündlichkeit jedoch weniger kräftig als der Phosphor.

Auch die Oxydation des Kaliums wird in trockner Luft beträchtlich verzögert, wenn derselben ein Viertel oder Fünftel ihres Volumens an Aetherdampf oder noch besser ölbildendem Gase beigemengt ist; ein erbsengrofses Stück Kalium, das in trockner mit einem Fünftel ihres Volumen an ölbildendem Gase gemengter Luft drei Monate lang aufbewahrt wurde, hatte sich nur mit eine dünnen Schicht grauenOxyds überzogen.

Die Wirkung, durch welche gewisse Gase die Oxydation des Phosphors verhindern, hängt wahrscheinlich mit der zusammen, durch welche diese und andere Gase

das verpuffende Gemisch von Sauer- und Wasserstoff für den elektrischen Funken unentzündlich machen, eine Thatsache, die zuerst von Sir Humphry Davy (*Essay on Flame*) *) beobachtet, und später vom Dr. Henry (*Phil. Transact.* 1824) und dem Dr. Turner (*Edinb. Phil. Journ. Vol. XI.*) bestätigt worden ist. Das ölbildende Gas wirkt hiebei am kräftigsten, denn schon bei halbem Volumen gegen das Knallgemisch macht es dieses unentzündlich, d. h. schützt es das Wasserstoffgas gegen die Oxydation.

XVI. *Notizen.*

1) *Atomengewicht des Lithiums.* Auf dringendes Begehren von Hermann in *Moscau* (dies. Ann. Bd. 91. S. 480.) habe ich die Analyse des Lithions wiederholt, und dabei den Sauerstoffgehalt desselben zu 55,15 Proc. gefunden. Es geht daraus hervor, daſs Arfvedson 11 Procent Sauerstoff zu wenig bekommen hat, und daſs das Atomengewicht des Lithiums 81,32 beträgt, also das kleinste von allen ist. (Briefliche Nachricht von Berzelius.)

2) *Schwefelsilicium.* Sefström hat gefunden, daſs die Kieselerde sich in seinem Gebläsofen (diese Annal. Bd. 91. S. 612.) im Kohlentiegel durch Schwefelwasserstoffgas zu Schwefelsilicium reduciren läſst. Letzteres verfliegt, und wo es verbrennt, erzeugt es das besondere Sublimat von Kieselerde, welches man unter andern aus den Hohöfen erhält. Diese Thatsache wird Vieles zur Erklärung einer Menge vorher unbegreiflicher Erscheinungen beitragen. (Briefliche Nachricht von Berzelius.)

3) *Meteorstein in Ruſsland.* In Krasno-Ugol, einem Dorfe des Grafen Ostermann-Tolstoy, im Gouvernement Räsan, ist, wie mir Hr. Prof. Kupffer meldet,

*) Dies. Annal. Bd. 56. S. 171.; hieher gehören auch die ältern Beobachtungen der HH. A. v. Humboldt und Gay-Lussac, Bd. 20. S. 156. P.

am 9. Sept. 1829 (neuen Styls) 2 Uhr Nachmittags bei heiterem Himmel und unter einem donnerähnlichen Getöse ein Meteorstein gefallen. Die Bauern sagen, es seyen innerhalb 15 Minuten 7 solcher Steine gefallen; man hat indeſs nur zwei gefunden. Ein Bruchstück von diesen hat Prof. Gustav Rose für die K. Mineraliensammlung hieselbst mitgebracht. Es ist eine dunkelgrüne Masse, die aus so feinen Körnern besteht, daſs man nichts deutlich unterscheiden kann; doch sieht man einige grünliche Punkte (Olivin), einige metallische von weiſser und gelblicher Farbe (Magneteisenstein?) und metallisches Eisen.

4) *Meteorstein in Virginien.* Derselbe fiel 7 engl. Meilen südwestlich von Richmond am 4. Jun. 1828 gegen 9 Uhr Morgens; angeblich 4 Pfund schwer und von sphäroidischer Gestalt. Nach Hrn. Shepard zeigt er auf der Oberfläche Vertiefungen, manche von $\frac{1}{2}$ Z. im Durchmesser, die mit einem schwarzen Ueberzug bekleidet sind, und inwendig eine Menge Blasenräume von $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{2}$ Z. im Durchmesser, die hie und da mit metallisch glänzenden Krystallen besetzt sind. Die Farbe ist aschgrau, das specifische Gewicht =3,29 und 3,31. Dem von G. Rose gegebenen Beispiele folgend, unterschied Hr. Shepard folgende nähere Bestandtheile: 1) Chrysolith, nach seiner Analyse bestehend aus: Kieselerde 7,53, Magnesia 5,50, Eisenoxydul 3,68, Natron, Chromoxyd und Schwefel 1,09. 2) Ein feldspathiges Mineral, wahrscheinlich Labrador, wie G. Rose es im Meteorstein von Juvenas fand. 3) Phosphorsauren Kalk in kleinen Kugeln und Nieren. 4) Meteoreisen, bestehend aus: 93,9 Eisen und 6,1 Nikkel. 5) Magnetkies (*Proto-Sulphuret of iron*) in Krystallen, die, bis auf die Flächen *v* und *t*, die hier fehlen, den von G. Rose in Fig. 4. Taf. II. Bd. 80. dieser Annalen abgebildeten ähnlich sind. (Silliman's Journ. Vol. XV. p. 195. und Vol. XVI. p. 191.)

XVII. *Extrait du Programme de la Société Hollandoise des Sciences à Harlem, pour l'année* 1829.

(Schlufs.)

Une propulsion violente de la sève dans les peupliers, combinée avec l'expulsion d'une quantité considérable d'air, ayant été observée par Coulomb en Avril 1796, lorsqu'il avoit percé jusqu'au centre des troncs de peupliers de 4 à 5 décimètres de diamètre, ne paroît guère avoir excité d'autres physiciens à répéter cette expérience, et comme ce phénomène est cependant très-digne d'être attentivement examiné, et qu'une indagation soigneuse pourroit peut-être donner lieu à des découvertes intéressantes, la Société promet la médaille d'or à celui, qui profitera d'une occasion favorable à répéter au mieux cette expérience au printems sur les troncs de plusieurs espèces d'arbres, et à observer soigneusement tout ce qui se présente dans ce phénomène.

On pourra attendre pour une réponse bien satisfaisante, hors la medaille d'or, une gratification proportionnée à l'intérêt de ce qu'une indagation soigneuse aura appris.

Comme le phénomène observé premièrement par Mr. Doebereiner, savoir que la Platine, étant réduite par une préparation chimique en forme d'éponge, acquiert l'état d'incandescence, lorsqu'elle est exposée au gaz-hydrogène en concurrence avec l'air atmosphérique, ne paroît pas explicable suivant les théories adoptées, et comme la connoissance de la cause de ce phénomène singulier pourroit conduire à d'autres découvertes intéressantes, la Société offrira la médaille d'or à celui, qui en pourra donner une explication évidente et constatée par des expériences.

»Quelles sont les causes, qui ont donné lieu à la

»formation des terreins d'argile et de sable, qu'on trouve »dans les Provinces septentrionales du Royaume? Comment distingue-t-on les terreins formés par la mer, de »ceux qui doivent leur origine à l'action des rivières? »Quel est, particulierement, l'origine des bassins couverts »d'argile et des collines de sable, qu'on trouve sur le »terrein situé entre l'Yssel, le Rhin et le Zuyderzée?«

La Société désire, que dans les réponses on évite les hypothèses, et qu'on s'appuye sur l'experience et l'observation.

Considérant que les expériences chimiques, faites en Hollande, surtout celles de P. Driessen, ont fait voir, que les propriétés de l'air atmosphérique près de la mer sont plus ou moins altérées ou modifiées par l'acide muriatique, qu'il contient, et que particulièrement la solubilité du plomb dans l'eau en est augmentée; que cependant ces observations n'ont pas été confirmées partout ailleurs, et qu'il s'agit encore de savoir, si cet acide se trouve tout libre dans l'air, ou bien en combinaison chimique avec d'autres substances, la Société désire: »que »ce sujet soit traité de nouveau, et que par des expé»riences exactes on tâche à démontrer, si, dans ces con»trées, l'air atmosphérique contient de l'acide muriatique? »quels sont les circonstances, qui en augmentent la quan»tité? dans quel état il s'y trouve? et jusqu'à quel point »les qualités de l'air en soient alterées?«

Comme plusieurs substances, qui autrefois n'étoient connues que dans l'état de gaz, peuvent, moyennant la pression et par un froid très grand, être réduites à la forme solide ou liquide, ce que surtout les expériences de Faraday ont prouvé; et comme il en suit, que la division des corps, d'après la forme, en liquides et en gaz, est devenue incertaine et moins admissible, la Société demande: 1) »jusqu'à quel point peut-on encore admettre »la classification des corps d'après la forme? 2) Quels »sont les corps vraiment gazeux et vaporeux? Quel em»ploi pourroit-on faire, dans les arts, de ces substances, »qui, losqu'elles sont fortement comprimées ou refroidies, »par l'élasticité et par la dilation peuvent exercer un grand »dégré de force?«

»l'Acide hydrocyanique des végétaux n'etant trouvé »jusqu'ici que dans les arbres drupacés, peut-il être con»sidéré comme principe des plantes? Connait-on d'au»tres plantes, dans lesquelles il existe? Peut-on, ainsi-

»que dans les drupacés, indiquer un rapport de structure »dans les autres plantes, qui renferment ce principe? »Doit on attribuer exclusivement à ce principe les quali- »tés nuisibles ou venineuses, dont ces plantes sont douées? »Cet acide végétal est-il parfaitement semblable à l'acide »hydrocyanique préparé artificiellement? Quels sont les »caractères des végétaux ou des substances végétales, qui »renferment l'acide hydrocyanique, surtout par rapport à »eur action sur l'homme et à leur vertu médicale?«

»Est-ce que par l'histoire naturelle ou par un exa- »men anatomique et physiogique du Coucou on peut ex- »pliquer, pourquoi cet oiseau ne construit pas son nid, »et pourquoi la femelle ne couve pas elle-même ses oeufs? »Si non, quelle est la cause de ce singulier phénomène?«

»En quoi consiste la différence entre l'acier de l'Inde »*Wootz* et les autres sortes d'acier? Jusqu'à quel point »a-t'on réussi à faire l'acier de l'Inde? Quelles expé- »riences a-t'on fait avec succès pour perfectionner l'acier? »Et, comme on s'est servi du chromium à cet effet, et »ce métal étant à présent moins précieux, en quoi l'acier, »fait moyennant le chromium, se recommande-t-il? Et »quel usage particulier peut-on faire avec le plus de »profit des différentes sortes d'acier?«

»Que sait-on actuellement de l'Histoire Naturelle »des *poissons de passage?* Quels sont les poissons con- »nus comme tels? Quels sont le commencement, la di- »rection, et la fin de leur trajet, et quelles particularités »a-t-on observées à leur égard?«

On désire de voir réuni tout ce qu'on en sait actuellement, sur tout de ces poissons, qui nous sont utiles pour la nourriture ou à quelque autre usage.

Comme l'effet nuisible des charbons éteints sur l'air atmosphérique, lorsqu'on les rallume, et pendant qu'ils ne sont pas encore entièrement en braise, est beaucoup plus dangereux, que celle des charbons tout-à-fait em- brasés de manière que les hommes, qui y sont exposés dans des apartemens peu spacieux, en tombent bientôt en asphyxie ou perdent la vie, et comme cet effet si dangereux ne peut pas être attribué à la quantité peu considerable du gaz acide carbonique, qui s'est formé en si peu de tems pendant l'embrasement, on désire, qu'on cherche et détermine par des expériences décisives, quelle est la cause de cet effet délétère des charbons éteints,

pendant qu'ils sont rallumés dans de petits apartemens fermés, sur l'air atmosphérique, par le quel celui-ci est bientôt rendu tout-à-fait incapable d'entretenir la vie animale?

(Le programma de la Société, qui vient d'être publié en Hollandois, contient plusieurs autres questions, qui ont un rapport spécial à ce pays, et auxquelles on ne peut attendre des réponses, que des savans, qui peuvent lire ce programma en original. Celui-ci se trouve entre autres dans un supplement à la Gazette de Harlem du 2 Juin, repandue dans toute l'Europe.)

Le prix pour une réponse bien satisfaisante à chacune des questions est une médaille d'or de la valeur de 150 florins, et de plus une gratification de 150 florins d'Hollande, quand la réponse en sera jugé digne. Il faut adresser les réponses bien lisiblement écrites en Hollandois, François, Anglois, Latin ou Allemand, mais non en caractères Allemands, affranchies, avec des billets de la manière usitée, à M. van Marum, Secrétaire perpetuel de la Société.

Berichtigungen

zu den Kupfertafeln des vorigen Hefts.

Taf. I. Fig. 12. fehlt auf der geraden Endfläche der Buchstabe P.

Taf. II. Fig. 5. fehlt der Buchstabe E am Durchschnittspunkt der Linien AG und DH.

Taf. II. Fig. 6. ist noch die Linie Ar, die Axe des schiefen Kegels $ss's''s'''r$, auf deren Mitte der Punkt D liegt, zu ziehen; man ersieht dann leichter die Nothwendigkeit des Parallelismus der Linien As' und Dn', As'' und Dn'' etc., aus der beim Gebrauch des s'gravesandschen Heliostaten die Bedingung hervorgeht, den Uhrzeiger in steter Coïncidenz mit dem Schatten seiner verlängerten Drehungsaxe zu erhalten.

ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, ELFTES STÜCK.

I. *Ueber das wasserfreie und wasserhaltige Chlornatrium, Jodnatrium und Bromnatrium; von E. Mitscherlich.*

Bromnatrium und Jodnatrium krystallisiren aus ihren Auflösungen bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft mit Krystallisationswasser, Kochsalz erst bei einer Temperatur von mehreren Graden (—8° — 10°) unter dem Gefrierpunkte. In wasserfreien Krystallen erhält man Bromnatrium aus einer Auflösung von etwas über 30°, und Jodnatrium aus einer Auflösung von 40° — 50°. Die wasserfreien Krystalle dieser drei Natriumverbindungen sind sich vollkommen gleich, Würfel nämlich, an denen zuweilen, obgleich selten, die an den Krystallen des Kochsalzes schon bekannten secundären Flächen vorkommen.

Unter den drei wasserhaltigen Verbindungen krystallisirt das Kochsalz am schönsten, doch ist eine genaue Bestimmung der Winkel der Krystalle sehr schwer, weil sie, etwas über —10° erwärmt, verwittern, und über 0° erwärmt ihr Krystallwasser abgeben, welches, da es flüssig wird, einen Theil des Chlornatriums auflöst. Die Krystalle des wasserhaltigen Bromnatriums verändern sich bei der gewöhnlichen Temperatur nicht und lassen sich sehr gut bestimmen: das wasserhaltige Jodna-

trium dagegen zerfliefst, und ist schwer zu messen, doch habe ich die Winkel bei den drei Verbindungen mit dem Reflexionsgoniometer bestimmen können; alle drei sind isomorph, und die Winkel sind sehr wenig oder gar nicht bei den verschiedenen Krystallen abweichend. So ist auch die Anzahl der Flächen und die Art der Ausbildung bei den drei Verbindungen vollkommen dieselbe. Gewöhnlich erscheinen die Krystalle als platte Tafeln, deren grofse Fläche P ist. Fig. 2. Taf. III. enthält die Flächen, welche ich beobachtet habe.

Die primitive Form ist ein schiefes rhomboidales Prisma PM, Fig. 1. Taf. III., dessen Höhe durch die Flächen b oder e bestimmt wird.

Die Fläche g neigt sich gleich gegen die beiden angrenzenden Flächen M, und bildet mit P einen rechten Winkel.

Die Fläche *b* bildet mit P und *M* parallele Kanten.

Die Fläche e bildet mit P und g parallele Kanten, und mit b eine Kante, welche der Fläche, die durch die Ecken E des Prisma's gelegt werden kann, parallel ist.

Zuweilen kommen zusammengesetzte Krystalle vor, welche aus zwei Krystallen bestehen, die so zusammen verbunden sind, dafs die Ecken A des einen, und die Ecken *A̲* des andern an einander liegen, und eben so also die Ecken *U* des einen, und die Ecken *U̲* des anderen, Fig 5. Taf. III.

Nach einem Mittel aus mehreren Messungen beträgt:

M gegen	*M̲*	. . .	118° 32'
M -	P	. . . . .	109 48
Kante H -	P	. . . . .	113 12½
Ebene Winkel	o	. . . . .	114 12
b gegen	P	. . . . .	119 48
Kante a -	P	. . . . .	124 18
Kante a -	Kante H	.	57 30½
b -	b	. . . . .	123 45½
e -	P	. . . . .	149 47½

Nach diesen Messungen verhält sich die Linie Ux

zur Linie $\underline{EE}$ wie 1:1,682, und zur Linie Ax wie 1:0,4288, und zur Linie x$\underline{U}$ wie 1:0,6370, Fig. 1. Taf. III.

Da die Krystalle zwischen den Lamellen Mutterlaugen eingeschlossen enthalten, so ist die genaue Bestimmung des Wassergehalts sehr schwer; ich habe ihn durch den Gewichtsverlust, welche die Krystalle beim Erhitzen erleiden, bestimmt, jedes Mal aber nachher den Rückstand noch geschmolzen; beim Schmelzen verliert man ein Wenig, weil alle drei Verbindungen schon bei der Rothglühhitze anfangen sich zu verflüchtigen.

Beim Bromnatrium gab ein Versuch 27,99 Wasser, ein zweiter, welcher mit zerriebenen und zwischen Löschpapier getrockneten Krystallen angestellt wurde, gab 26,37 Proc., beim Jodnatrium ein Versuch 19,40 Proc., beim Chlornatrium ein Versuch 40,44 Proc., ein zweiter 40,11; beide Versuche wurden mit Krystallen, welche schöne spiegelnde Flächen zeigten, angestellt. Nach diesen Versuchen, bei welchen man den Wassergehalt etwas zu grofs erhält, sind in den Krystallen 4 Proportionen Wasser enthalten; darnach besteht in 100 Theilen das wasserhaltige Kochsalz aus:

61,98 Chlornatrium
38,02 Wasser.

Das wasserhaltige Bromnatrium aus:

73,63 Bromnatrium
26,37 Wasser.

Das wasserhaltige Jodnatrium aus:

79,77 Jodnatrium
20,23 Wasser.

Das wasserhaltige Kochsalz ist schon von Fuchs*) in seiner interessanten Abhandlung über die Löslichkeit des Kochsalzes in Wasser beschrieben worden; an den Krystallen hatte er nur den ebenen Winkel o gemessen.

Dafs das Chlorkalium, Bromkalium und Jodkalium in Würfeln krystallisiren, ist bekannt; andere Verbindun-

*) Kastner's Archiv, B. VII. p. 407.

gen des Chlors, Broms und Jods habe ich in Bezug auf die Gleichheit ihrer Krystallform noch nicht untersucht, das chlorsaure und bromsaure Natron ausgenommen, welche beide wasserfrei sind uud in Tetraëdern krystallisiren, an welchen die zum Octaëder noch gehörende Fläche, die Flächen des Würfels und des Granat-Dodecaëders vorkommen. Das Tetraëder ist bei künstlichen Krystallen selten; ich habe es aufser bei diesen beiden Salzen nur bei der Verbindung des Schwefelantimons und Schwefelnatriums beobachtet.

II. *Ueber den Jodwasserstoffäther;* *von Hrn. Sérullas.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLII. p.* 119.)

Da der Jodwasserstoffäther, dessen Entdeckung wir Hrn. Gay-Lussac verdanken, möglicherweise eine Anwendung in der Medicin finden kann, vielleicht noch mehr wie jede andere Jodverbindung, weil er das Jod in einem eigenthümlichen Zustand enthält; so halte ich es nicht für unnütz, noch eine zweite Abänderung der von mir zur Bereitung dieses Aethers gegebenen Vorschrift kennen zu lehren. Diefs neue Verfahren ist dem ähnlich, welches ich zur Bereitung des Bromwasserstoffäthers angewandt (d. Ann. Bd. 85. S. 342.), nur habe ich die Menge des Phosphors, da ich sie zu grofs gefunden, auf die Hälfte vermindert.

Durch ihre Tubulatöffnung schütte man demnach in eine kleine Retorte 40 Grm. Jod und 100 Grm. Alkohol von 38° B., setze unter Umschütteln 2,5 Grm. Phosphor in kleinen Stücken hinzu, und destillire das Gemenge siedend fast bis zur Trockne, worauf man abermals 25 bis 30 Grm. Alkohol hinzufügt, und die Destillation bis zu demselben Punkte treibt. Bei Vermischung des Destillats mit Wasser sinkt der Aether sogleich zu Boden; man wäscht ihn wie gewöhnlich und *zieht* ihn dann über einige Stücke Chlorcalcium ab.

III. *Ueber die Säure welche in dem Harn der grasfressenden vierfüſsigen Thiere enthalten ist; von Justus Liebig.*

Mit Untersuchungen über die Zusammensetzung der Harnsäure (Poggend. Ann. 1829, 1. Bd. S. 567.) beschäftigt, glaubte ich, daſs die eigenthümliche Säure, welche Fourcroy und Vauquelin in dem Harn mehrerer Thiere entdeckt und für Benzoësäure gehalten haben, einiges Licht über die Bildung der ersteren verbreiten könnte; dieſs ist die Veranlassung zu den Versuchen gewesen, deren Resultat in dieser Abhandlung niedergelegt ist.

Der Harn von Pferden giebt, mit Salzsäure im Ueberschuſs vermischt, nach einiger Zeit einen gelblich braunen krystallinischen Niederschlag, welchem durch bloſses Waschen mit Wasser sein eigenthümlich unangenehmer Geruch nicht entzogen werden kann. Man kocht diesen Niederschlag mit gebranntem Kalk, und setzt der abfiltrirten Flüssigkeit kochend so lange eine Auflösung von Chlorkalk zu, bis der Harngeruch verschwunden ist; man setzt alsdann Thierkohle hinzu, bis sie wasserhell filtrirt. Die filtrirte heiſse Flüssigkeit vermischt man nun mit reiner Salzsäure, so daſs sie stark sauer reagirt, und läſst sie langsam erkalten.

Nach dem Erkalten erhält man blendend weiſse, 2 bis 3 Zoll lange, ziemlich dicke, zum Theil durchsichtige Säulen, welche in ihren Eigenschaften von der Benzoësäure gänzlich abweichen.

Sie unterscheidet sich nicht nur durch ihre ausgezeichnete Krystallform von der Benzoësäure, sondern auch durch ihre geringere Löslichkeit im Wasser; sie bildet Salze, deren Form und Verhalten eben so sehr

von den benzoësauren verschieden ist; sie enthält ferner Stickstoff.

Bei dem Erhitzen zersetzt sie sich, schmilzt und wird schwarz, es bildet sich ein krystallinisches Sublimat, auf das ich später zurückkommen werde, es entwickelt sich ein starker Geruch nach Blausäure, und es bleibt eine Menge einer porösen Kohle zurück.

Mit ihrem 4fachen Gewichte Kalkhydrat vermischt und erhitzt, entwickelt sie viel Ammoniak.

Da ich die Säure aus dem Pferdeharn vorzugsweise untersucht habe, so werde ich sie, in Ermanglung eines passenderen Namens, mit Hippursäure *) bezeichnen.

Die Hippursäure löst sich in Vitriolöl bei einer Temperatur von 120° leicht auf, ohne dafs es sich schwärzt; sie wird durch Wasser daraus unverändert niedergeschlagen. Erhitzt man sie damit über diese Temperatur hinaus, so wird sie zersetzt; die abgeschiedene Kohle oxydirt sich aber auf Kosten der Schwefelsäure, und es sublimiren sich ebenfalls weifse glänzende Krystalle.

In concentrirter Salpetersäure ist sie in der Hitze eben so leicht auflöslich; die Hippursäure zersetzt sich aber beim Kochen, obgleich man kaum die Entweichung einer Spur salpetriger Säure oder Kohlensäure bemerkt.

In concentrirter Salzsäure ist sie in der Hitze auflöslich, sie krystallisirt nach dem Erkalten daraus mit allen ihren Eigenschaften. Durch Behandlung mit wäfsrigem Chlor wird sie nicht verändert; mit einem grofsen Ueberschufs von Chlorkalk gekocht, wird sie hingegen vollständig zerlegt.

Mit Kupferoxyd geglüht, entwickelt sie ein Gasgemenge, welches in 4 verschiedenen Versuchen enthielt:

96; 79; 99; 53 Kohlensäure auf
6; 4,5; 6; 3 Stickstoff.

Diese Verhältnisse von Stickstoff und Kohlensäure geben durchaus kein scharfbegrenztes Resultat; es ist leicht

*) Von ἵππος, Pferd, und οὐρη Harn.

ersichtlich, dafs bei einer so geringen Menge Stickstoff die kleinste Quantität atmosphärischer Luft, welche in der Verbrennungsröhre zurückbleibt, eine grofse Differenz in dem relativen Atomverhältnifs hervorbringt. Ich sah mich gezwungen den Apparat zu Hülfe zu nehmen, welcher von Gay-Lussac und mir bei der Analyse des knallsauren Silberoxyds beschrieben worden ist.

Mit Hülfe dieses Apparats wird die organische Substanz in einem luftleeren Raume verbrennt, und man kann deshalb mit Zuverlässigkeit auf die Richtigkeit des Resultats zählen, wenn die Verbrennung mit Vorsicht geleitet worden ist. Diefs ist nun mit Schwierigkeiten verbunden, weil man im Anfange vermeiden mufs, der Röhre eine zu hohe Temperatur zu geben, indem sie alsdann durch den äufseren Druck zusammengeprefst wird; man wählt dazu am besten Röhren von grünem Bouteillenglase, welche die Rothglühhitze sehr gut ertragen, ohne zu weich zu werden.

Zum Beweise, wie wenig man mit der gewöhnlichen Methode bei der Ausmittelung des relativen Volumsverhältnisses des Stickstoffs und der Kohlensäure ausreicht, erwähne ich die Zusammensetzung des Morphiums.

Nach Pelletier und Dumas enthält dieser Körper Stickstoff und Kohlenstoff in dem Verhältnifs wie 1:30; bei der Anwendung des erwähnten Apparates erhält man aber 1 Stickstoff auf 33 Kohlensäure. Eben so verschiedene Resultate liefert die Analyse des Chinins, des Cinchonins u. s. w., ja man kann behaupten, dafs alle Analysen stickstoffhaltiger Körper, in welchen das Verhältnifs des Stickstoffs zum Kohlenstoff mehr wie 1:5 beträgt, auf die gewöhnliche Weise bestimmt, keine Zuverlässigkeit gewähren. Mit Hülfe des erwähnten Apparates verbrannt, liefert die Hippursäure ein Gasgemenge, welches in 105 Th., 5 Th. Stickstoff oder 1 Vol. Stickstoff auf 20 Kohlenstoff enthält.

Um dieses mir ungewöhnlich scheinende Verhältnifs

dieser beiden Körper mit Genauigkeit controliren zu können, habe ich folgendes Verfahren angewendet, welches ganz scharfe Resultate liefert. Diese Methode kann für die Bestimmung des Atomenverhältnisses des Kohlenstoffs bei organischen Säuren, die keinen Stickstoff enthalten, ebenfalls mit Nutzen gebraucht werden; sie besteht darin, dafs das Ammoniaksalz der Säure, welche man untersuchen will, mit Kupferoxyd verbrannt wird. Wenn man z. B. kleesaures Ammoniak auf diese Weise zersetzt, so erhält man Stickstoff und Kohlensäure in dem Verhältnifs wie 1:2, und es ist klar, dafs, da das Volumen des Stickstoffs jederzeit einem Atom oder Doppelatom entspricht, die relativen Volumina der Kohlensäure jederzeit die Anzahl der Atome des Kohlenstoffs in der Substanz ausdrücken müssen. Bei denjenigen Säuren, bei welchen das neutrale Ammoniaksalz nur schwierig krystallisirt erhalten werden kann, wählt man mit demselben Vortheil das saure Salz, welches gewöhnlich leicht krystallisirt, und enthält in diesem Fall die Substanz die Hälfte der erhaltenen Atomenzahl. Das saure hippursaure Ammoniak liefert bei der Zersetzung mit Kupferoxyd Stickstoff und Kohlenstoff in dem Verhältnifs =2:27, wodurch das oben gefundene bestätigt wird. Die Bestimmung des Wasserstoffs, wenn sie mit der quantitativen Analyse verbunden ist, bietet Schwierigkeiten dar, welche, wegen der so geringen Menge der Substanz, die verbrennt wird, eine genaue Bestimmung nicht zulassen. Hr. Gay-Lussac hat es vorgezogen, diese Bestimmung von der eigentlichen Analyse ganz zu trennen, wodurch man den Vortheil erreicht, grofse Quantitäten der zu analysirenden Substanz anwenden zu können, und die bedeutende Menge Wasser, die man erhält, macht, dafs ein geringer Wassergehalt, der dem Kupferoxyd noch anhängt, kaum einen Fehler in der Atomenzahl desselben verursacht.

Die zu untersuchende Substanz wird mit Kupfer-

oxyd vermengt, in die Glasröhre gebracht, worin sie verbrennt werden soll, diese mit einer Glocke verbunden, welche eine Schaale mit Vitriolöl enthält, die Luft ausgepumpt und in diesem Zustande mehrere Stunden gelassen. Die Verbrennungsröhre wird alsdann mit einer 4 bis 6 Z. langen, mit salzsaurem Kalk angefüllten Röhre verbunden, deren Gewichtszunahme nach der Verbrennung das Gewicht des aufgenommenen Wassers liefert; das Gas läfst man, ohne es aufzufangen, entweichen.

Bei der quantitativen Analyse kann man sich mithin des Auffangens des Wassers entheben, das Gas ist alsdann wohl mit Feuchtigkeit meistens gesättigt, allein die dadurch bewirkte Volumsvermehrung ist für das Resultat der Berechnung so unerheblich, dafs man keine Reduction vorzunehmen nöthig hat.

0,400 Th. Hippursäure lieferten 0,180 Wasser; 0,004 Loth D. G. =0,0625 Gr. lieferten bei 13° C. und 27",8',2 Barometer 81 CC. Gas diese auf 0° C, und 28 B. reducirt, gaben 76,38 CC.

Darnach besteht die Hippursäure aus:

0,0045858	Stickstoff
0,0393050	Kohlenstoff
0,0031250	Wasserstoff
0,0154842	Sauerstoff
0,0625000	

Die Hippursäure enthält kein Krystallwasser, sie enthält ferner kein chemisch gebundenes Wasser; sie bedarf zu ihrer Auflösung 600 Wasser von 0°.

Das Mischungsgewicht der Hippursäure beträgt nach ner Analyse des Bleisalzes:

I.	195
II.	200
III.	191
des Kalksalzes	197
als Mittel	=194.

Berechnet man die Analyse nach dieser Zahl so erhält man:

				in 100 Theilen	
				berechnet.	gefunden.
1	Atom	Stickstoff	14	7,291	7,337
20	-	Kohlenstoff	120	62,500	63,032
10	-	Wasserstoff	10	5,208	5,000
6	-	Sauerstoff	48	25,001	24,631
			192	100,000	100,000.

Nach der Analyse des Bleisalzes nehmen 100 Th. Säure 55,31 Bleioxyd auf, und diese bilden mit 25,64 Wasser 180,95 Th. krystallisirtes hippursaures Bleioxyd.

Der Sauerstoff des Bleioxyds verhält sich danach zu dem des Wassers und der Säure =1:6:6.

Hippursaure Salze.

Die Hippursäure löst die meisten Metalloxyde mit Leichtigkeit auf; ihre auflöslichen Verbindungen fällen die Eisenoxydsalze rostfarben, das salpetersaure Silberoxyd und Quecksilberoxydul in weifsen käsigen Flocken.

Hippursaures Ammoniak. Dieses Salz läfst sich im neutralen Zustande nur schwierig krystallisirt erhalten, das saure krystallisirt hingegen leicht; abgedampft entwickelt das neutrale Ammoniak, bis zur Trockne erhitzt schmilzt es und wird rosenroth; dieser Rückstand in heifsem Wasser aufgelöst, giebt Krystalle von derselben Farbe, welche sonst von der Säure sich nicht verschieden zeigen.

Hippursaures Kali, Natron und Magnesia sind leicht auflösliche schwierig krystallisirende Salze.

Hippursaurer Baryt und Strontian. Die Salze dieser beiden Basen werden durch Hippursäure nicht gefällt. Durch Kochen von Hippursäure mit kohlensaurem Baryt erhält man eine Flüssigkeit, die alkalisch reagirt. Bei dem Abdampfen gelatinirt sie; läfst man sie alsdann erkalten, so bilden sich in der Flüssigkeit abgestutzte kegelförmige, weifse porcellanartige Massen, und sie erstarrt nach einiger Zeit völlig.

Wird diese weifse Masse unter der Luftpumpe ausgetrocknet und alsdann gelinde erhitzt, so schmilzt sie ohne Gewichtsverlust zu einer klaren Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einem durchsichtigen Glase erstarrt.

Löst man dieses basische Salz in Wasser auf, und setzt verdünnte Essigsäure hinzu, dafs die Flüssigkeit sauer reagirt, so erhält man nach dem Abdampfen neutralen hippursauren Baryt, in weifsen, durchsichtigen Blättchen.

Hippursaurer Kalk. Durch Erhitzen der Hippursäure mit kohlensaurem Kalk dargestellt, krystallisirt er durch Abkühlung in rhomboëdrischen Säulen, und durch Abdampfen in breiten, glänzenden Blättern.

Dieses Salz bedarf 18 Th. kaltes und 6 Th. siedendes Wasser zu seiner Auflösung, es besitzt einen bittern und scharfen Geschmack; das krystallisirte Salz enthält kein Krystallwasser.

0,625 Th. hippursaurer Kalk lieferten 0,140 Th. kohlensauren Kalk, demnach enthält dieses Salz

87,28	Säure
12,72	Kalk
100,00.	

Hippursaures Bleioxyd. Erhitzt man Bleioxyd mit Hippursäure und Wasser, so löst sich ein Theil davon auf, ein anderer bildet auf dem Boden des Gefäfses eine zähe Masse, welche selbst unter dem Wasser sehr leicht schwarz wird und anbrennt.

Das Aufgelöste ist ein basisches Salz, welches beim Abdampfen sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit als eine zähe glänzende Haut absetzt, und bei einiger Concentration erstarrt das Ganze zu einer weifsen Masse. Das neutrale Bleisalz erhält man durch Vermischen einer heifsen Auflösung eines Bleisalzes mit einem hippursauren Salze. Nach dem Erkalten bilden sich blättrige Krystalle, welche trocken einen sehr starken Perlmut-

terglanz besitzen und sich weich anfühlen; in heifser Luft werden sie undurchsichtig und weifs. Es bedarf zu seiner Auflösung 5 bis 6 Theile kaltes Wasser.

0,830	hippursaures Bleioxyd verloren bei 100° C.	0,120	Krystallwasser
0,758	- - - - -	0,105	-
1,588		0,225.	

1,042	wasserfreies hippursaures Bleioxyd lieferten	0,502	schwefelsaur. Bleioxyd
0,500	- - - -	0,251	-
0,710	- - - -	0,345	-
2,252		1,098	

Das wasserfreie Salz besteht demnach aus:

64,38	Säure
35,62	Bleioxyd
100,00.	

Hippursaures Kobalt- und Nickeloxyd. Die Kobalt- und Nickelsalze werden von den hippursauren nicht gefällt; das kohlensaure Kobaltoxyd löst sich in der Hippursäure leicht auf und giebt bei dem Abdampfen rosenrothe Nadeln, welche Krystallwasser enthalten.

Hippursaures Kupferoxyd. Das kohlensaure Kupferoxyd und das Kupferoxydhydrat werden von der Hippursäure leicht aufgelöst. Man erhält nach dem Erkalten himmelblaue sternförmig vereinigte Nadeln, welche in der Wärme Krystallwasser verlieren und grün werden.

Manganoxydul-, Quecksilberoxyd- und Thonerdesalze werden von auflöslichen hippursauren nicht verändert.

Verhalten der Hippursäure bei der trocknen Destillation.

Ich habe schon erwähnt, dafs die Hippursäure, trokken erhitzt, schmilzt und sich zersetzt; es bildet sich ein krystallinisches Sublimat und es bleibt eine Menge einer porösen glänzenden Kohle zurück. Unterwirft man diese Säure der trocknen Destillation, so füllt sich der Hals der Retorte bald mit einer krystallinischen Masse an, wel-

che hellgelb und zuweilen auch rosenroth ist. Die Menge derselben wächst zuletzt so an, daſs sich der Hals der Retorte verstopft, und daſs man gezwungen ist, ihn zu erhitzen, um das Sublimat durch Schmelzen herauszubringen.

Diese Masse löst sich in kochendem Wasser leicht auf, die Auflösung enthält Ammoniak; wird sie mit Kalk gekocht, filtrirt und mit Salzsäure vermischt, so erhält man nach dem Erkalten weiſse, glänzende, blättrige Krystalle, welche in ihrem ganzen Verhalten sich als Benzoësäure zu erkennen geben. Sie schmelzen in der Wärme wie Oel, und sublimiren sich dabei ohne den geringsten Rückstand. Das Sublimat stellt blendend weiſse, perlmutterglänzende luftbeständige Nadeln und Blätter dar, welche beim Verschlucken im Schlunde das eigenthümliche Kratzen hervorbringen, welches die Benzoësäure auszeichnet. Die Salze, welche sie bilden, sind mit den benzoësauren identisch.

In dieser Hinsicht wird dadurch die Erfahrung von Fourcroy und Vauquelin bestätigt, daſs man nämlich aus dem Pferdeharn Benzoësäure gewinnen kann, in dem sie aber als solche nicht enthalten ist.

Diese Chemiker schlagen vor, um der Benzoësäure aus dem Harn der Thiere den Geruch der Benzoë zu geben, die erhaltene Säure mit $\frac{1}{20}$ Benzoëharz zu sublimiren. Allein, wenn der bekannte Geruch der Benzoë der Benzoësäure nicht angehört, so ist es auffallend, daſs die durch trockne Destillation der Hippursäure ohne Zusatz von Benzoë gewonnene Benzoësäure den Benzoëgeruch im hohen Grade besitzt.

Hippursäure mit ihrem 4fachen Gewichte gebranntem Kalk vermischt und destillirt, zerfällt gänzlich in ein flüssiges, gelbliches, angenehm riechendes, ammoniakhaltiges Oel, welches mit fetten Oelen groſse Aehnlichkeit besitzt.

Bei starkem Erhitzen von Hippursäure mit Vitriolöl entwickelt sich ebenfalls Benzoësäure und schweflige Säure;

hört man mit dem Erhitzen in dem Zeitpunkte auf, wo man die schweflige Säure riecht, vermischt die schwarze Masse mit Wasser, kocht sie mit Kalk, filtrirt und setzt Salzsäure zu, so erhält man keine Benzoësäure; die Zersetzung der Hippursäure mit Vitriolöl ist demnach von ihrer Zersetzung ohne Vitriolöl, die Bildung der schwefligen Säure durch die abgeschiedene Kohle abgerechnet, nicht verschieden; dieser Versuch beweist auch, dafs die Benzoësäure in der Hippursäure nicht fertig gebildet vorhanden ist.

Kocht man Hippursäure mit concentrirter Salpetersäure, so wird sie dem Anschein nach kaum zersetzt; man bemerkt wohl die Entweichung von einer Spur salpetriger Säure, aber keine Kohlensäure. Setzt man der Salpetersäure Wasser zu, so wird eine weifse Masse gefällt, welche keine Hippursäure mehr enthält, sondern aus reiner Benzoësäure besteht; die rückständige Flüssigkeit ist gelb, schmeckt bitter, aber sie enthält keine Kohlenstickstoffsäure.

Man kann die Hippursäure als eine Verbindung von Benzoësäure mit einem unbekannten zusammengesetzten organischen Körper, oder als eine eigenthümliche Säure betrachten, als deren Zersetzungsprodukt die Benzoësäure auftritt, wie die Kleesäure und Ameisensäure, z. B. bei der Behandlung des Zuckers und der Stärke mit Salpetersäure, oder wie die brenzliche Weinsäure, die mit der Bernsteinsäure eine so grofse Aehnlichkeit besitzt, dafs man sie kaum davon unterscheiden kann, und die Essigsäure, bei der trocknen Destillation der Weinsteinsäure und des Holzes.

Gegen die erstere Meinung spricht noch der Umstand, dafs es mir nicht gelungen ist, aus der Nahrung der Pferde, von welchen der Harn genommen war, die geringste Spur von Benzoësäure darzustellen, wenn diese Säure auch in dem *Antoxanthum odoratum* und dem *Holcus odoratus*, wie Hr. Vogel gefunden hat, enthal-

ten seyn sollte, woran, ihrer Krystallform nach, zu zweifeln ist.

IV. *Ueber die schwarze Blende von Marmato, und über die Gegenwart des Ammoniaks im natürlichen Eisenoxyde. Aus einem Schreiben des Hrn. Boussingault an Hrn. A. von Humboldt.*

Marmato, in der Provinz Popayan, im Mai 1829.

— In den goldführenden Schwefelkies-Gängen von Marmato findet man häufig und oft in beträchtlichen Massen eine schwarze blättrige Substanz, welche zwar alle physischen und chemischen Eigenschaften der schwarzen Blende besitzt, nach meinen Versuchen aber eine eigenthümliche Mineralspecies darstellt, die sich von der gewöhnlichen Blende fast eben so unterscheidet, wie der Kupferkies vom Schwefelkupfer.

Gepülvert wird diefs Mineral leicht von Salzsäure angegriffen, selbst in gewöhnlicher Temperatur; um es aber ganz aufzulösen, mufs man Siedhitze anwenden. Es entwickelt dabei viel Schwefelwasserstoffgas, und hinterläfst ein wenig Schwefelkies und Quarzstücke, Beimengungen, von denen selten ein Stück dieser Blende frei ist. Schwefel wird nicht abgeschieden, und die Lösung enthält Zinkoxyd und Eisenoxydul.

Es erhellt hieraus, dafs die schwarze Blende von Marmato aus Schwefelzink und Schwefeleisen, ohne Zweifel Einfach-Schwefeleisen, besteht.

Zur eigentlichen Analyse wurden 100 Gran des Minerals in Königswasser gelöst, wobei der Quarz zurückblieb. Die Menge des Schwefels ergab sich dann aus dem Gewichte des schwefelsauren Baryts, der durch Fäl-

lung mit salzsaurem Baryt erhalten worden; da in dieser aber nothwendigerweise auch der Schwefel des eingemengten Schwefelkieses begriffen war, so mufste die Menge des letzteren besonders bestimmt werden. Zu dem Ende wurde eine eben so grofse Quantität der Blende in Salzsäure gelöst, und der Rückstand, welcher aus Quarz und Schwefelkies bestand, getrocknet und gewogen. Der Gewichtsverlust, den dieser Rückstand durch Behandlung mit Königswasser erlitt, lehrte die Menge des Schwefelkieses kennen.

Um Zink und Eisen zu trennen, wurde die Lösung etwas eingedampft, und das Eisen, nachdem es durch Salpetersäure völlig oxydirt worden, als Oxyd durch Ammoniak gefällt; es enthielt zuweilen etwas Manganoxyd und Thonerde. Hierauf wurde die ammoniakalische Flüssigkeit zur Trockne verdampft, der Rückstand geglüht, in einem mit Salzsäure angesäuerten Wasser gelöst, und die Lösung durch kohlensaures Natron gefällt. Das erhaltene kohlensaure Zinkoxyd wurde dann durch Glühen in Zinkoxyd verwandelt.

Bei Berechnung der Resultate mehrerer solcher Analysen fand sich, dafs, nach Abzug des zur Schweflung des Zinks erforderlichen Schwefels, ungefähr ein Drittel dieser Menge für das Eisen übrig blieb; allein dieselbe reichte nicht hin, um alles Eisen in Einfach-Schwefeleisen zu verwandeln. Es wurde daher sehr wahrscheinlich, dafs einige Procente des Eisens oxydirt in dem Minerale vorhanden waren, und diefs bestätigte sich auch. Denn als die Blende gepülvert mit einer sehr verdünnten Salzsäure, die nicht auf die in diesem Minerale enthaltenen Schwefelmetalle wirken konnte, digerirt wurde, färbte dieselbe sich bald und nahm Eisenoxyd auf. Gewisse Varietäten dieser Blende enthalten sogar so viel Eisenoxyd, dafs sie dadurch das glimmerige Ansehn einiger Eisenglanzsorten bekommen.

Zwe

Zwei Analysen der schwarzen Blende von Marmato gaben folgende Resultate:

	Blende von Candado.	Blende von Salto.
Zink	0,450	0,418
Eisen	0,157	0,139
Schwefel	0,286	0,278
Schwefelkies	0,017	0,046
Quarz	0,080	0,087
Thonerde	0,000	0,009
Manganoxyd	0,000	0,002
Sauerstoff	0,017	0,009
	0,987	0,988

Sieht man vom Ganggestein ab, und verwandelt Zink und Eisen in Sulfüre, so hat man:

Candado.				Salto.	
Schwefelzink	0,775	Schwefelgehalt	0,258 ..	0,768	Schwefelgeh. 0,256
Schwefeleisen	0,225	-	0,084 ..	0,232	- 0,086
	1,000			1,000	

Hienach würde also die schwarze Blende von Marmato bestehen aus:

Schwefelzink	0,771	. . . 3 Atomen
Schwefeleisen	0,229	. . . 1 Atom
	1,000	

und die Formel bekommen:

$$fS^2 + 3\,ZnS^2.$$

Die Einfachheit dieser Zusammensetzung, das Nichtvorkommen des Einfach-Schwefeleisens in der Natur, und der Umstand, daſs, obgleich das letztere sehr entschieden magnetisch ist, dennoch die schwarze Blende vom Marmato nicht auf die Magnetnadel wirkt, sprechen sicher dafür, daſs dieselbe eine chemische Verbindung und eine selbstständige Mineralspecies sey. Theilen die Mineralogen meine Ansicht, so schlage ich für dieses Mineral

den Namen *Marmatit* vor, entnommen von dem Orte, wo ich es zuerst gefunden.

Bekanntlich hat Hr. Vauquelin zuerst beobachtet, daſs der Eisenrost, welcher in Wohnungen sich bildet, Ammoniak enthält; auch hat späterhin Hr. Chevallier die Gegenwart dieses Alkali's in den natürlichen Eisenoxyden nachgewiesen *). Die letztere Thatsache, in Verein mit der vor langer Zeit von Austin beobachteten Ammoniakbildung, bei Oxydation des Eisens in Berührung mit Wasser und Luft, scheint für die Geologie von Wichtigkeit zu werden. Hrn. Chevallier's Versuche sind vollkommen überzeugend; allein da die untersuchten Oxyde von fernen Fundorten herstammten, so könnte man das in ihnen gefundene Ammoniak für eine zufällige Einmengung halten. Wenn überdieſs, das in bewohnten Gebäuden sich bildende Eisenoxyd, wie einige glauben, ammoniakalische Dämpfe einzusaugen vermag, so könnte auch wohl das natürliche Eisenoxyd unter gleichen Umständen dieselbe Eigenschaft entwickeln. Es schien mir daher von Interesse zu untersuchen, ob das Eisenoxyd, unmittelbar nachdem es aus dem anstehenden Gestein genommen, ebenfalls Ammoniak enthalte.

In der Grube *Cumba* bei Marmato fördert man als Golderz einen Brauneisenstein, welcher einen mächtigen Gang im Porphyr-Syenit bildet. An einem Orte der Grube, Namens »*por in fuera,*« wo die Arbeit mit Thätigkeit betrieben wird, lieſs ich eine frische Fläche in dem Erze von ungefähr einem Quadratfuſs Oberfläche entblöſsen; darauf trieb ich, ungefähr in gleichem Abstande vom Hangenden und Liegenden des Ganges, ein Bohrloch in das Erz, und als es eine Tiefe von 8 Zoll erreicht hatte, fing ich das Pulver mit einer darunter gesetzten Porcellanschale auf.

*) Dies. Annal. Bd. 90. S. 147. P.

Von diesem Pulver laugte ich 4 Unzen mit destillirtem Wasser aus, säuerte letzteres mit Salzsäure an, und verdampfte es zur Trockne, wodurch ich einen Rückstand von 15 Gran erhielt. Dieser Rückstand in ein Glasrohr gebracht, das an einem Ende durch ein Stück Aetzkalk verstopft war, entwickelte, nach Befeuchtung und schwacher Erhitzung, Ammoniak, wie es sich nicht nur durch die Reagenzpapiere, sondern auch durch den Geruch sehr deutlich ergab.

Aus diesem Versuche folgt, dafs das natürliche Eisenoxyd wirklich Ammoniak enthält, wie es Hr. Chevallier beobachtet hat.

V. *Ueber den Einflufs der Wärme auf den Magnetismus; von Ludwig Moser und Peter Riefs.*

Dafs die Temperatur einen Einflufs auf die magnetische Kraft ausübe, ist schon seit langer Zeit bekannt, Canton hat bereits darauf aufmerksam gemacht, und dann vornehmlich Saussure. Aber der numerische Werth dieses Einflusses ist vor Coulomb nicht untersucht worden. Coulomb hat zu dessen Ausmittelung Magnetnadeln bis zu einem gewissen Punkte erhitzt, und den Wärmegrad durch Eintauchen in Wasser bestimmt. Die Resultate, zu denen er auf diese Weise gelangte, sind aber sehr specieller Art, und Coulomb hat, mindestens aus dem zu schliefsen, was Biot über seine Untersuchungen anführt, nichts gethan, ihnen eine allgemeinere Gültigkeit zu geben. In den neusten Zeiten haben sich mit diesem Gegenstande fast zu gleicher Zeit Christie, Hansteen und Kupffer beschäftigt.

Christie vornehmlich, um den täglichen Beobachtungen der Intensität eine Correction für den verschiede-

nen Thermometerstand zu geben. Seine Versuche sind daher nur in gewissen Gränzen des letzteren eingeschlossen, und er selbst giebt dem Ausdrucke für die schwächende Veränderung eines Grades F, nämlich 1—0,000564, nur eine Gültigkeit bis zu 80° F.

Hansteen scheint diesen Gegenstand bis jetzt nur vorläufig behandelt zu haben, und das Gesetz, welches er für die Schwächung aufstellt

$$T' = T[1 - 0{,}000394.(t' - t)],$$

wo T' und T die Oscillationsdauer bei den Temperaturen t' und t, läfst in Ungewifsheit, ob die complicirtere Gestalt, die dieser Ausdruck annimmt, wenn man ihn auf die magnetische Intensität reducirt, das reine Resultat der Beobachtung sey. Hansteen hat hierbei eben so wenig als ein anderer Beobachter die Hitze des siedenden Wassers überschritten, noch kann man annehmen, dafs die angeführte Formel eine, diesen Wärmegrad übersteigende Gültigkeit habe, denn nach Christie's Angaben ist der Verlust an magnetischer Intensität nur bis etwa 21° R. dem Temperaturunterschiede proportional, und nimmt von da ab rascher zu, welchem Verhalten das Glied $t' - t$ entgegensteht.

Durch ein anderes Verfahren, als das der genannten Beobachter, hat Kupffer den in Rede stehenden Gegenstand zu erledigen gesucht, indem er Magnetstäbe in Wasser erhitzte, und ihre Wirkung auf darüber oscillirende Nadeln untersuchte. Wir glauben aber nicht, dafs man diesem Verfahren unbedingt seine Zustimmung geben kann. Da wir uns desselben zu einem anderen Zwecke bedienen wollten, so waren wir genöthigt es näher zu untersuchen, und es ergab sich ein Resultat, welches man hätte antecipiren können, dafs nämlich in diesem Falle die Schwingungen nicht isochronisch sind, noch nach einer bekannten Formel reducirt werden können. Wenn man einen Magnetstab vertical aufstellt und eine Nadel mit einem Pol davor schwingen läfst, so ist die

Zeit einer Oscillation bei verschiedenen Amplituden sehr verschieden, und der Unterschied wird schon von einer Schwingung auf die andere sehr merkbar. Es ist leicht, die Dauer einer solchen, bei einer gewissen Elongation vollbracht, um die Hälfte gegen die bei einer anderen vermehrt oder vermindert zu sehen. Vor einem freundschaftlichen Pol wird die Nadel bei gröfseren Bogen eine gröfsere Zeit gebrauchen, als bei den kleineren, und umgekehrt vor dem feindschaftlichen. Wenn man die Nadel über dem Magnetstab oscilliren läfst, so werden die Unterschiede begreiflich nur um so gröfser werden, und die Schwingungen völlig aufgehört haben isochron zu seyn.

Kupffer hat noch einige directe Versuche gemacht, indem er Nadeln bei verschiedener Temperatur der Luft schwingen liefs. Vergleicht man aber die hierbei gefundenen Werthe mit denen, die die Hansteen'sche Formel giebt, so stellen sie den Verlust durch einen gewissen Grad der Wärme beinah doppelt so grofs dar. Kupffer bemerkt, und, wie es uns scheint, mit Recht, dafs die Folgerungen, von der verschiedenen Dauer der Oscillationen einer Nadel zu verschiedenen Stunden des Tages auf die tägliche Variation der Intensität *unsicher* und *falsch* sind. Er glaubt sogar, nachdem er eigends dazu angestellten Beobachtungen die Correction für den Thermometerstand nach seiner Formel giebt, dafs es unmöglich sey, eine tägliche Variation aus ihnen finden zu können. In späteren Aufsätzen hat Kupffer seine Correction noch sehr verändert, ja aus seiner ersten Arbeit über den Gegenstand in Kastner's Archiv, Bd. 6., folgen schon die verschiedensten Werthe, selbst für eine und dieselbe Nadel, die unter sich gar nicht zu vereinigen sind. So wird, um nur ein Beispiel anzuführen, ein Stab von gehärtetem Stahl hinter einander drei Mal bis 80° R. erwärmt, und die Veränderung seiner Intensität durch die Schwingungen einer kleinen Nadel auf 1 — 0,145328, 1 — 0,204875, 1 — 0,088518 bestimmt.

Diese Werthe sind unter sich nicht mehr verschieden, als sie von den Resultaten anderer Physiker entfernt sind.

Es scheint uns auf diese Weise der Zweck, der die bisher angestellten Beobachtungen leitete, die tägliche und jährliche Variation der Intensität genau bestimmen zu können, nicht vollständig erreicht worden zu seyn, und es ist gewifs, dafs man ganz verschiedene Ansichten über diese Variationen, die an sich nur schwach sind, wird gewinnen müssen, je nachdem man die eine oder die andere Correction für die Wärme dabei zu Grunde legt. Zum Theil dieser letztere Umstand, gröfstentheils aber die Forderung, die sich von selbst darbietet, abgesehen auch von einer practischen Anwendung, zwei Agentien, wie die Wärme und den Magnetismus, in ihrem Verhalten gegen einander näher zu untersuchen, hat uns veranlafst hierüber eine Reihe von Beobachtungen anzustellen.

Schon die ersten Untersuchungen lehrten uns, dafs die Frage nach dem Einflufs der Wärme auf den Magnetismus, so allgemein gestellt, keinen rechten Sinn habe. Diese Frage schien in eben so viele Unterabtheilungen zerfallen zu wollen, als es Träger des Magnetismus giebt, und auch so specialisirt, war dieser Wirkung nicht ohne Weiteres eine allgemeine Seite abzugewinnen. Wir haben versucht, die complicirte Action der Wärme auf so einfache Data als möglich zurückzuführen, und, indem wir hier den ersten Abschnitt einer Arbeit geben, glauben wir denen vielleicht von Nutzen zu seyn, die diesem Gegenstand eine weitere Aufmerksamkeit schenken. Wir werden zeigen, dafs auf die Art, wie man bisher diefs bewirken zu können geglaubt hat, es nicht möglich sey an die magnetische Intensität eine sichere Correction für die Wärme zu bringen. Denn, abgesehn von jedem numerischen Werth, der einer Correction zu Grunde liegt, mufs man dieselbe für verfehlt erklären, sobald sie als ein Factor jeder beliebigen Intensität in jeder belie-

bigen Nadel gelten soll. Auf eine solche Weise liefse sich wohl die ausdehnende Kraft der Wärme auf die Volumina der Körper darstellen, aber nicht die Wirkung der Wärme auf den Magnetismus. Stellen auch die Resultate, die man bisher über den schwächenden Einfluſs dieser Kraft von den genannten Beobachtern hat, dieselbe als in ziemlich engen Grenzen enthalten dar, so kann es doch Fälle geben, wo sie sehr mächtig wird, und die Differenzen bei täglichen Intensitätsbeobachtungen, ja zwischen Beobachtungen der Intensität unter verschiedenen Breitengraden überwiegt. Die genauere Kenntniſs der Wärme wird also da unerläſsliche Bedingung werden, wo dergleichen zuverlässige Beobachtungen angestellt werden sollen, und ihre Berücksichtigung wird im Allgemeinen dazu beitragen, der magnetischen Intensität in ihren Trägern eine gröſsere Constanz zu geben, weil wir darthun zu können glauben, daſs ein groſser Theil der Veränderungen, die man besonders bei Nadeln, nachdem sie gestrichen worden, beobachtet, und die ihrer baldigen Anwendung so sehr entgegenstehn, auf Rechnung der Wärme kommen, ja daſs man für den Einfluſs, den mechanische Erschütterungen etc. ausüben, nicht immer einen anderen Grund aufzusuchen nöthig habe. —

Was das Allgemeine der nachfolgenden Versuche betrifft, so wollen wir bemerken, daſs sie sämmtlich mit einem sehr guten Chronometer von Tiede angestellt sind, dessen täglicher Gang keine Correction nöthig machte. Die Oscillationen haben wir immer von einer bestimmten Elongation (30°) an gezählt, und keine weitere Correction dafür angebracht. Wir haben die Ablenkung der Nadeln mittelst eines Magnets oder weichen Eisens vermieden, weil man nicht sicher seyn konnte, daſs während der Wirkung der Wärme nicht eine störende Einwirkung von ihrer Seite geschehe. Wir bedienten uns zu dem Ende einer Vorrichtung, die wir in einem früheren Aufsatze (diese Ann. Bd. 92. S. 572.) beschrieben

und die überhaupt zu empfehlen ist, da sie bei zweckmäſsiger Einrichtung nicht nur die zuweilen eintretenden pendelartigen Schwingungen des Fadens völlig aufhebt, sondern auch die anfängliche Amplitude mit gröſster Genauigkeit bestimmen läſst. Um den Untersuchungen einen gleichmäſsigen Charakter zu geben, wendeten wir immer cylindrische Nadeln aus einer und derselben Sorte englischen, weichen, gegossenen und durch den Drahtzug gezogenen Stahls an, der in seinem Bruch durchaus gleichförmig und feinkörnig war. Die Länge der angewandten Nadeln war, wenn es nicht ausdrücklich anders bemerkt ist, stets dieselbe, und zwar =2 Par. Zoll.

Die Wirkung der Wärme auf die magnetische Intensität spricht sich auf doppelte Weise aus, einmal durch ihre momentane, dann aber durch die zurückbleibende Schwächung, die sie bedingt. Es schien am gerathensten, die letztere bleibende Wirkung zuerst in Betrachtung zu ziehen, weil sie von experimenteller Seite geringeren Hindernissen unterliegt, und ihrem Charakter nach geeignet seyn muſste, ein gewisses Licht über den fraglichen Gegenstand zu verbreiten. Wir nahmen zu dem Ende eine weiche Stahlnadel 0''',67 im Durchmesser und tauchten sie zu wiederholten Malen in siedendes Wasser. Die Nadel machte anfangs 30 Oscillationen in 243'',2

nach dem ersten Eintauchen	255'',6
- - zweiten -	257 ,8
- - dritten -	258 ,8
- - vierten -	259 ,6
- - fünften -	260 ,2
- - sechsten -	260 ,8

Durch ein weiteres Eintauchen veränderte sich die zuletzt beobachtete Schwingungszeit nicht mehr.

Bezeichnet man mit I die magnetische Intensität vor dem Versuch, so kann man dieselbe, nachdem die Wärme

auf sie gewirkt hat, durch $I(1-a)$ ausdrücken, man kann ferner annehmen, dafs a dem Temperaturüberschufs direct proportional sey. Wenn man auf diese Weise die beiden Werthe 243″,2 und 260″,8 mit einander vergleicht, so findet sich $a=0{,}130415$ oder $=0{,}00204 . 64^{\circ}$ R., da 16° die Temperatur des Zimmers zur Zeit des Versuchs war. Dieser bedeutende Verlust der Intensität stimmt mit dem, was bisher über den Einflufs der Wärme numerisches gegeben ist, nicht zusammen. In der That, wenn man den Christie'schen oben angeführten Factor auf die 80theilige Scala reducirt, so ergiebt sich für einen Grad R der Factor des Verlustes $=1-0{,}001269$. Und dieser Factor gilt nur für die augenblickliche Schwächung, nicht für die constant zurückbleibende, die Christie zwar nicht näher untersucht hat, aber von der er angiebt, dafs sie noch viel geringer als die erstere sey. Man konnte dreien Ursachen den schwächenden Einflufs der Wärme in dem angeführten Versuch zuschreiben; es war entweder eine Oxydirung eingetreten, oder die Masse der Nadel war verändert worden, oder es war drittens eine eigenthümliche Wirkung der Wärme auf den Magnetismus darin ausgesprochen. Da die Frage, wie man sich die letztere zu denken habe, noch nicht zur Sprache gekommen ist, so haben wir sie so genügend als möglich zu beantworten gesucht. Zu dem Ende strichen wir die Nadel von Neuem, überzogen sie aber mit einem Firnifs, der sie vor dem oxydirenden Einflufs des Wassers schützte. Das Resultat eines hinreichend wiederholten Eintauchens war nur um ein Geringes von dem erstern unterschieden, und es war klar, dafs der Verlust, den die Intensität erlitten hatte, weder auf Rechnung einer Oxydirung noch einer Massenveränderung der Nadel kömmt. In letzterem Falle wäre nicht abzusehen gewesen, weshalb das Ergebnifs des wiederholten Versuchs sich ganz den früheren angeschlossen. Es bleibt also nichts übrig, als die Schwächung der magnetischen Intensität in *weichem* Stahl,

auf Rechnung einer eigenthümlichen Wirkung der Wärme zu setzen, und diefs um so mehr, als wir uns überzeugt haben, dafs die Art der Erkaltung der Nadel auf das Endresultat in numerischer Beziehung keinen Einflufs hat, wenn dieselbe auch, je nachdem sie mehr oder weniger plötzlich ist, den stabilen Zustand der Nadel weniger oder mehr zu verzögern im Stande ist. Wir haben gleich nach ihrer Erwärmung die Nadel in der Luft, wir haben sie langsam mit dem erhitzten Wasser selbst erkalten lassen, wir haben sie ihrer Wärme durch Eintauchen in kaltes Wasser augenblicklich beraubt, ohne dafs davon das Resultat, welches der, gegen den Wärmegrad des siedenden Wassers stabile Zustand der Nadel ergab, afficirt worden wäre. Aber hiebei schon zeigte sich ein Umstand, den wir im Verlauf der Untersuchung immer bestätigt gefunden haben, und der den Magnetismus des weichen Stahls wesentlich von dem des harten unterscheidet, dafs nämlich die weichen Stahlnadeln erwärmt, eine geringere Intensität haben als nach dem Erkalten. Uebrigens ist die Wirkung der Wärme instantan, denn selbst ein Stunden lang erhaltener Siedpunkt ist nicht im Stande, den Magnetismus stärker zu afficiren, als ein kurzes Eintauchen der Nadel, noch kann er dem successiven Eintauchen als Aequivalent substituirt werden.

Obgleich man bis jetzt bei der Wirkung der Wärme auf die Dimensionen der angewandten Nadeln keine Rücksicht genommen hatte, so fanden wir uns dennoch veranlafst, dieselben zur Betrachtung zu ziehen, da es sich bald zeigte, dafs der constante Verlust, namentlich von dem Durchmesser der Nadeln abhänge. Wir nahmen zu dem Ende sechs Nadeln, deren verschiedene Dicke wir durch eine Mikrometereintheilung auf Glas bestimmten, die $\frac{1}{30}$ einer Pariser Linie angiebt, magnetisirten sie, und nachdem wir dieselben während einiger Tage untersucht hatten, tauchten wir sie, in Glasröhren eingeschlossen, in siedendes Wasser, bis hinreichend oft wiederholtes

Eintauchen den stabilen Zustand verbürgte. Die folgende Tabelle enthält die hiebei gefundenen Resultate:

Tabelle über die constanten Verluste des Magnetismus in Nadeln von weichem Stahl, in verschiedenen Durchmessern durch die Temperatur von 80° R.

Nadel	Durchmesser in Zahlen d. Mikrometers.	Durchmesser in Pariser Linien.	Dauer einer Anzahl v. Oscill.		Factor der Intensität oder $1-a$	Factor für den Durchmesser $=1$ Par. Linie.
			vorher.	nachher		
1.	20	0''',66	269'',4	286	1—0,112715	1—0,1708
2.	22	0 ,73	320	342,6	1—0,12758	1—0,1747
3.	26	0 ,86	332	360	1—0,14951	1—0,1738
4.	33	1 , 1	338	374,8	1—0,18673	1—0,1697
5.	35	1 ,16	348	388,2	1—0,196385	1—0,1693
6.	53	1 ,77	320 4	368,6	1—0,2443	1—0,1381

Die Temperatur des Zimmers war 8° R. Durch Untersuchung mit dem Thermometer überzeugten wir uns, dafs die Wärme, welche die Nadeln beim Eintauchen in den Glasröhren erhielten, die des siedenden Wassers war.

Man sieht hieraus, dafs a dem Durchmesser der Nadel merklich proportional sey, und die kleinen Abweichungen, die sich hiebei finden, erklären sich, wenn man will, schon genügend aus der Art der Beobachtung, nämlich aus dem nicht geringen Einflufs, den der Beobachtungsfehler von 0'',4 auf die kleine Anzahl von Oscillationen, die man mit Nadeln von den angegebenen Dimensionen beobachten kann, ausübt. Wir erwähnen aus diesem Grunde auch nur beiläufig des Resultats, das sich bei einer sehr dünnen Nadel von 0''',30 ergab. Es fand sich $a=0{,}06074$. Da wir aber nur etwa 120 Secunden zählen konnten, so würde ein Fehler von 0'',4 einen Unterschied in a von ,007 bewirken.

Merkwürdig ist es, dafs die angeführte Proportionalität in gegebenen Gränzen des Durchmessers eingeschlos-

sen zu seyn scheint. Schon die Nadel 6. zeigt eine nicht unbedeutende Verringerung des Gliedes a, das den Verlust durch die Wärme anzeigt. Andere Nadeln von derselben Stärke verhielten sich eben so, und keine derselben ergab einen so grofsen Werth für a, als man aus dem Gesetze der Proportionalität, wenn es sich bis auf diesen Durchmesser erstreckte, hätte erwarten müssen. Diese Beschränkung hinderte uns, um das aufgestellte Gesetz recht augenfällig zu machen, solide Nadeln mit sehr grofser Oberfläche anzuwenden. Wir nahmen daher unsere Zuflucht zu durchbohrten Nadeln, die mit einem kleinen Durchmesser eine bedeutende Oberfläche verbanden. Wir gebrauchten zwei sonst gleiche Nadeln aus weichem Stahl, von denen die eine aber der Länge nach durchbohrt war, und behandelten sie gleichmäfsig durch Eintauchen bei 80°. Der Durchmesser beider Nadeln war 1''',22 und ihre Länge 2''.

Die durchbohrte machte anfänglich 100 Oscillat. in 262'',
nach dem 20sten Eintauchen in 312'',8,
woraus sich ein Factor für die Intensität findet $=1-0{,}29843$.
Die solide Nadel machte 80 Oscillat. in 349'',2,
nach dem 20sten Eintauchen in 379,4, woraus der Factor gefunden wird $=1-0{,}152865$ *).

Der beinahe doppelte Werth von a bei der durchbohrten Nadel zeigt hinlänglich, dafs dieses Glied von der Oberfläche abhängt, und ihr direct proportional ist. Wir haben noch ein anderes ähnliches Paar sehr genau gearbeiteter Nadeln in dieser Hinsicht untersucht, deren äufserer Durchmesser 2''',1, während der innere der hohlen 1''',56 war. Auf gleiche Weise magnetisirt zeigten sie eine ähnliche Verschiedenheit der Intensität, als die zuletzt angeführten, indem die hohle Nadel 50 Oscilla-

*) Dieser, mit Rücksicht auf den Durchmesser etwas kleinere Werth von a, rührt entweder von einer Verschiedenheit im Stahl her, da die Nadel nicht aus dem, welchen wir gewöhnlich angewandt, gemacht worden war, oder davon her, dafs der Durchmesser 1''',22, mit Bezug auf den *constanten* Verlust, schon aufserhalb der Proportionalität steht.

tionen in 249″,6 machte, während die volle, aber mit weit geringerer Abnahme der Amplituden, zu derselben Anzahl 365″,2 brauchte. Die hohle Nadel kam in ihrer Oscillationsdauer durch Eintauchen auf 322″, woraus $a=0,39914$. Die volle Nadel jedoch kam auf 541″, und es war, wie aus anderen hiernächst anzuführenden Resultaten sich ergeben wird, klar, dafs der Arbeiter diese letztere gegen unser Verlangen gehärtet hatte, welches sich auch später durch die Feile und das innere Gefüge kund gegeben hat.

Eine weitere Frage war nach dem Einflufs der *Länge* auf den constanten Verlust. Wir wollen hier bemerken, dafs der weiche Stahl besonders im Stande ist, dergleichen Fragen zu beantworten, da die Resultate, die man bei gehöriger Vorsicht durch ihn erhält, sehr constant sind, und man sie durch wiederholtes Magnetisiren beliebig oft reproduziren kann, ein Vortheil, der dem gehärteten Stahl durchaus abgeht.

Wir geben hier mittelst der Resultate an zweien Nadeln von der doppelten Länge der bisherigen, das Verhalten gröfserer Längen an, das sich uns vielfach ergeben hat, und durch später anzuführende Data vollkommen unterstützt wird, nämlich, dafs längere Nadeln *weniger* verlieren als die gewöhnlichen kleinen, von denen bisher die Rede gewesen. Die eine dieser Nadeln hatte 0‴,67 im Durchmesser, und brauchte 371″,2 zu 80 Oscillationen. Diese Zeit kam nach mehrmaligem Eintauchen auf 387″,6, wodurch der Werth von $a=0,08284$ gegeben ist, während er für eine nur 2″ lange Nadel 0,113 gewesen wäre. Die andere Nadel hatte 1‴,1 im Durchmesser, und die Zeit von 60 Oscillationen wurde von 367″,2 auf 392″, durch die Wärme von 80° gebracht, woraus $a=0,12253$. Dieser letztere Werth ist wiederum gegen den, welchen die kleineren Nadeln von gleichen Durchmesser gegeben haben, im Verhältnifs von 3:4 zu klein. Von beiden Nadeln wurde nun ¼ ihrer Länge ab-

geschnitten, so dafs ihre Länge jetzt 3 Zoll betrug. Nachdem sie beide von Neuem magnetisirt, fanden sich die Werthe von a den eben angeführten beinahe gleich, und nur um eine Gröfse verschieden, die auf Rechnung des Beobachtungsfehlers zu setzen ist.

Um diese Untersuchung zu vervollständigen, wurde beiden Nadeln an Länge 1 Zoll abgenommen, so dafs sie nun den früheren, in der Tabelle aufgeführten, gleich waren. Hier fanden sich die Verluste auch so grofs, als sie nach der Tabelle zu erwarten waren, namentlich fand sich für die erstere Nadel deren Durchmesser 0''',67 $a=0{,}11705$, für die zweite $a=0{,}18401$.

Diese Ergebnisse über den Einflufs der Länge auf das Glied a des Verlustes sind in so fern beachtungswerth, als sie mit den Ansichten, die von Biot über die Vertheilung des Magnetismus in Nadeln aufgestellt worden, nicht vereinigt werden können. In der That hat man, wenn man seiner Ansicht über die Analogie der Vertheilung des Magnetismus mit der in den elektrischen Säulen folgt, für die Intensität y eines Punktes in der Entfernung x von einem Ende einer Nadel, deren Länge $2l$, die Gleichung:

$$y=B\,.\,\frac{1+m^{al}}{1-m^{al}}\,.\left(m^{x}-m^{2l-x}\right),$$

wo B, m, a Constanten. Die Summe der Intensitäten zwischen den gegebenen Gränzen $x=o$ und $x=l$, oder

$$B\frac{1+m^{al}}{1-m^{al}}\int_{o}^{l}\left(m^{x}-m^{2l-x}\right)dx \text{ findet sich}$$

$$=-B\,.\,\frac{1+m^{al}}{1-m^{al}}\,.\,\frac{(1-m^{l})^{2}}{log.hyp.\,m}.$$

Nach Biot's Annahme ist $a=6$, m fanden wir durch die Schwingungsdauer zweier verschieden langen, saturirten Nadeln von $\frac{1}{2}$ wenig verschieden. Die angegebene Summe würde, wenn man diese Werthe substituirt, in

den Gränzen der untersuchten Längen mit l wachsen müssen. Nun stützt zwar Biot seine Formel auf die Resultate Coulomb's, aber diese sind an sehr langen Stäben, und zwar mittelst des Davorschwingens einer kleinen Nadel vor verschiedenen Punkten derselben erlangt worden, und diese Methode läfst sich auf die kleinen Nadeln, die wir gebrauchten, nicht anwenden. Folgt man den Indicationen, welche die Wärme in den beigebrachten Versuchen an die Hand giebt, so müfste man vielmehr annehmen, dafs die Summe der Spannungen von einer Länge von etwa 3 Zoll an, für gröfsere Längen constant ist, für kleinere aber zunimmt, und dafs die Curve, die die einzelnen Spannungen darstellt, eine Form annehme, durch welche das Centrum ihrer Schwere für die kleineren Längen dem Mittelpunkt der Nadel näher falle, als diefs in der Biot'schen der Fall ist.

Die geringeren Verluste bei gröfseren Längen hätte man geneigt seyn können, in dem Umstand zu suchen, dafs wir keine Vorsicht nahmen, die angewandten Nadeln zu saturiren. Die früheren Versuche mit kleineren Längen, unter denen sich Nadeln in den verschiedensten Intensitäten finden, hatten eine solche Vorsicht gar nicht als nothwendig bezeichnet. Inzwischen saturirten wir eine $3\frac{1}{2}$ Zoll lange Stahlnadel. Sie brauchte in diesem Zustand zu 100 Oscillationen 380″, nach mehrmaligem Eintauchen 399″,6, so dafs $a=0,09569$ mit den angeführten Werthen für solche Längen in Uebereinstimmung, für kleinere Längen aber zu gering wäre.

Der Stahl, dessen wir uns bedienten, war in dem Zustand, in welchem wir ihn erhalten hatten, geblieben. Es wäre möglich gewesen, dafs er durch die Bearbeitung einen gewissen Grad der Härtung angenommen. Wir unterwarfen, um hierüber sicher zu werden, eine Nadel von der Länge der früheren, und deren Durchmesser 1‴,1, einem nochmaligen Glühen, magnetisirten sie und bestimmten nach einigen Tagen den Verlust, den sie von

dem Grade des siedenden Wassers erlitt. Die Nadel machte anfänglich

120 Osc. in 285″,6, und nach 10maligem Eintauchen

120 Osc. in 318 ,4, hieraus $a=0{,}19542=0{,}1776\,.\,d$, wo d der Durchmesser in Par. Linien. Dieses Resultat kömmt mit den oben angeführten so genau als man erwarten kann überein. Eine andere Nadel 0‴,73 im Durchmesser, die mit vieler Sorgfalt geglüht worden war, kam von 317″,4 auf 337″,8, und der Werth von a, der sich hieraus findet, entspricht den schon erhaltenen auf gleiche Weise.

Sehr eigenthümlich und völlig verschieden von der bisher betrachteten, ist die bleibende Wirkung der Wärme auf den Magnetismus im *harten Stahl.* Es kann bei dieser Untersuchung weniger auf numerische Werthe Rücksicht genommen werden, da es kein Mittel giebt, den Grad der Härtung genau bestimmen noch ausmitteln zu können, ob derselbe für die ganze Länge der Nadel ein gleicher sey. Wir müssen uns begnügen, hier nur das allgemeine Verhalten des gehärteten Stahls gegen die Wärme anzugeben, welches, abgesehn von Zahlenwerthen, in jeder Hinsicht constant ist, und uns in den vielen Beobachtungen, die wir anstellten, nie eine Abweichung zeigte.

Eine Nadel 1‴,22 im Durchmesser, die schon zu früheren Versuchen gebraucht worden, wurde so sehr, als Feuer und Wasser es vermögen, gehärtet, und, ohne polirt zu werden, gestrichen, hierauf einige Zeit von Tag zu Tag untersucht, um den Schwankungen zu entgehen, denen die Intensität, besonders in hartem Stahl, anfangs unterworfen ist. Die letztere Vorsicht ist überhaupt beachtungswerth, und der Einfluſs der Wärme auf den Magnetismus in dessen schwankenden Zustand erhält immer einen Zuwachs, der aus dem Verlust, den die Intensität schon vermöge jener Schwankungen erlitten hatte,

nicht

nicht erklärt werden kann. Die angeführte Nadel brauchte

zu 80 Oscillationen	401″,6
nach dem ersten Eintauchen	451 ,2
- - zehnten -	495 ,2.

Von hier ab verlor sie bei jedem Eintauchen nur wenig, kam aber erst nach dem 50sten Mal zu einem sicheren stabilen Zustand, und brauchte dabei zu 80 Osc. 576″,8, so dafs $a = 0,51523$. Ein ähnliches Resultat fand sich bei einer Nadel 1‴,77 im Durchmesser, die durch 40maliges Eintauchen von 429″,6 auf 554″,4 kam, woraus $a = 0,39954$. Dieser geringere Werth von a, bei einer gröfseren Oberfläche rührt offenbar davon her, dafs die letztere Nadel nicht stark genug gehärtet war.

Aufser dem beträchtlicheren Werth des bleibenden Verlustes unterscheiden sich die gehärteten Nadeln von den weichen in anderer Hinsicht völlig. Wir haben angegeben, dafs die letzteren in der erhöhten Temperatur eine geringere Intensität zeigten, als nach dem vollständigen Erkalten. Bei den gehärteten Nadeln ist diefs umgekehrt der Fall, und ihr Verlust nimmt mit dem Erkalten zu. Wir sahen diefs an zwei nach einander folgenden Beobachtungen der Oscillationsdauer, aber auch während einer und derselben schon deutlich genug. Denn da wir, selbst bei einer grofsen Anzahl von Schwingungen, stets die Zeit bei jeder 20sten bestimmten, so konnten wir aus der, oft um 0″,4 längeren Dauer der letzten 20 Oscillationen ersehen, dafs eine Verminderung der Intensität schon während der Beobachtung eingetreten war. Spätere directe Untersuchungen haben dieses Resultat bestätigt.

Ein zweites, wodurch die bleibende Wirkung der Wärme in gehärteten Nadeln sich von der in weichen unterscheidet, betrifft das Verhalten bei einer nochmaligen Magnetisirung. So oft auch eine weiche Stahlnadel zum stabilen Zustand gegen den bleibenden Einflufs ei-

nes gewissen Wärmegrades gebracht worden, so wird der Werth von a nach einer neuen Magnetisirung sich den früheren gleich ergeben. In gehärteten Nadeln ist diefs nicht der Fall; der Verlust nach einem zweiten Streichen ist um vieles geringer als der erste, und sinkt so nach und nach bis zu einer verschwindenden Gröfse herab. Wir führen von vielen Belegen hierzu nur die folgende Beobachtung an. Eine Nadel 0''',73 im Durchmesser und stark gehärtet, brauchte zu 100 Oscillat. 253'',6

nach 45maligem Eintauchen 339 ,2.

Hier war der stabile Zustand eingetreten, also mit einem Werth von $a=0,44103$. Nach der zweiten Magnetisirung brauchte dieselbe Nadel zu 100 Oscill. 308'',8, kam nach10 maligem Eintauchen auf 318,6, woraus $a=0,06057$. Nachdem sie zum dritten Mal gestrichen und sechs Mal eingetaucht worden, ergab sich $a=0,04395$, und wurde nach einer wiederholten Magnetisirung $=0$ gefunden.

Bei dem Cylinder, an welchem Hansteen seine Untersuchungen über die Wärme anstellte, hatte sich ergeben, dafs wenn derselbe den bleibenden Verlust einer einmaligen Wirkung von 80° erfahren hatte, Temperaturgrade unter dem Siedpunkte nicht mehr im Stande waren, eine dauernde Verminderung der Intensität hervorzubringen. Es war von Wichtigkeit, diese Behauptung namentlich an gehärteten Nadeln zu untersuchen, die in der Regel zu magnetischen Beobachtungen angewendet werden. Allein sie hat sich nicht bestätigt. Eine gehärtete Nadel 1''',22 im Durchmesser kam durch einmaliges Eintauchen bei 80° von 330'',8 auf 355,4, und hierauf durch eines bei 40° auf 358'',8. So gewifs wir auch überzeugt sind, dafs in einem besondern Fall das Resultat so ausfallen kann, wie der Hansteen'sche Cylinder es gegeben hatte, so wenig kann man es dennoch als ein allgemein gültiges aufstellen. Ueberhaupt tragen die bisherigen Untersuchungen über den Einflufs der Wärme mehr nur den Charakter von Monographieen, und sind

von den einzelnen Nadeln entlehnt, die man den Versuchen unterwarf. Kupffer und Hansteen scheinen diesen Umstand wohl bemerkt zu haben, und während der erstere Physiker sich in späteren Arbeiten lediglich auf die Correctionsformel für seine Nadel beschränkt, so bemerkt der letztere ausdrücklich, dafs der Factor, den er für die Schwingungsdauer aufstellt, bei verschiedenen Nadeln verschieden sey.

Obgleich die zahlreichen Versuche, die wir über die bisher einzeln mitgetheilten Fälle anstellten, uns keinen Grund gaben, in die Resultate, zu denen sie führten, ein Mifstrauen zu setzen, so mufste dennoch die Gröfse des bleibenden Verlustes, besonders in gehärteten Nadeln, deren kein Beobachter erwähnt hatte, in Erstaunen setzen. Die einfachste Erklärung schien uns darin enthalten zu seyn, dafs die bisherigen Versuche mit gehärteten, aber *polirten* Nadeln angestellt seyen, und dafs die Wärme, welcher die Nadeln beim Poliren ausgesetzt wurden, sie für eine weitere Wirkung der Wärme unempfindlicher gemacht hatte. Diese Vermuthung hat sich als sehr gegründet gezeigt. Aufser den Versuchen an gehärteten Nadeln, die für sie sprechen, wollen wir hier nur die eine Beobachtung an einer weichen Stahlnadel, 0‴,73 im Durchmesser, mittheilen, deren Verlust an Intensität durch den Grad des siedenden Wassers wir kennen. Es machte diese Nadel ursprünglich 80 Oscillat. in 205″,8. Auf einer rauhen Oberfläche stark gerieben, kam die Oscillationsdauer auf 238″,6, nach mehrmaligem Eintauchen bei 80° aber bleibend auf 244″. Die Intensität war somit im Ganzen proportional 1—0,28855 geschwächt worden, während auf Rechnung der Wärme nur der Factor 1—0,04377 kommt. Aus diesem letzten, geringen Werthe sieht man klar, dafs die Reibung vermöge der Wärme, die dabei erregt wurde, und die nicht unbedeutend gewesen zu seyn scheint, gewirkt hatte. So ist es überhaupt wahrscheinlich, dafs ein grofser Theil der schwä-

chenden Wirkung mechanischer Erschütterungen, in sofern sie nicht von dem Erdmagnetismus abhängen, der Wärme, die dabei frei wird, zuzuschreiben sind.

Sehr unerwartet ist das Verhalten des Magnetismus im *Eisen* gegen die Wärme. Wenn dasselbe von fremden Bestandtheilen rein, namentlich von Schwefel und einem Ueberschufs an Kohle, so ist die Hitze des siedenden Wassers nicht im Stande, die geringste Schwächung der magnetischen Intensität hervorzubringen. Wir haben zwar nicht zum Besitz eines Eisens gelangen können, von dessen chemischer Reinheit wir überzeugt gewesen wären, und welches durch irgend eine mechanische Bearbeitung, z. B. durch das Ziehen in Drähten, zum Träger eines dauernden Magnetismus hätte gemacht werden können; aber aufserdem, dafs der meiste Eisendraht, den wir anwandten, wenn er nur nicht an seiner Oberfläche Risse oder Brüche zeigte, sehr wenig verlor, so haben wir viele Eisennadeln auch durch ein oft wiederholtes Eintauchen in kochendes Wasser so gut als gar nicht geschwächt gefunden. Eine solche Eisennadel, 1‴,01 im Durchmesser, kam nach 10maligem Eintauchen von 335″,4 auf 337,2; eine andere von demselben Durchmesser von 232″ auf 233,4 u. s. w. Andere verloren mehr und standen schon dem weichen Stahl näher, welches auf einen gröfseren Gehalt an Kohle schliefsen läfst. So kam eine Eisennadel nach mehrmaligem Eintauchen von 360″,8 auf 380″,4. Um zu untersuchen in wiefern dieser bedeutendere Verlust auf ein Uebermafs an Kohle zu schliefsen berechtigt — von der Abwesenheit des Schwefels hatten wir uns überzeugt — setzten wir die Nadel einem anhaltenden Glühen aus und liefsen sie nachher an der Luft erkalten. Ihre Coercitivkraft wurde dadurch nicht bedeutend vermindert, und sie brauchte, auf dieselbe Weise als früher magnetisirt, zu 80 Oscill. 390″,2, wo sie früher zu 60 Oscill. 360″,8 gebraucht hatte. Aber die bleibende Wirkung der Wärme wurde durch das

Glühen sehr herabgesetzt, da die Nadel nunmehr auf diese Zeit nur eine Aenderung von 3″ erlitt, welches offenbar von dem Verlust an Kohle, mindestens an der Oberfläche, herrührt. Wir machten noch einen Versuch, uns aus reinem Eisenoxyd durch Reduction mittelst Wasserstoffgases reines Eisen darzustellen, und zwar in einer dünnen Glasröhre, die wir nachher luftdicht verschlossen. Allein diesem Eisen in zertheilter Form konnte kein wahrnehmbarer Grad von Magnetismus gegeben werden, und eben so wenig schien es uns für die tellurische Polarität empfänglich zu seyn.

Die Versuche, die bis jetzt angeführt werden, betreffen die eine Art des Einflusses der Wärme, die bleibende. Obgleich dieser Einfluſs von uns nur bei der Wärme des siedenden Wassers untersucht worden, so ist der Verlauf desselben im Allgemeinen dadurch hinreichend bezeichnet. Einige wenige Versuche, die wir sowohl bei höheren als niedrigeren Temperaturen angestellt, theilen wir hier nicht mit, weil wir hoffen, sie durch zahlreichere, mehr ausgedehnte, zu einem Ganzen zu vereinigen, und das Gesetz angeben zu können, welches die einzelnen Wärmegrade in ihrer Wirkung auf den Magnetismus verbindet. Wichtig aber scheinen uns die Untersuchungen über den dauernden Verlust der Wärme, weil man durch sie in den Stand gesetzt werden kann, dem schwierigen Problem der Vertheilung des Magnetismus näher zu treten, oder Ansichten, die darüber aufgestellt werden, zu prüfen.

Die zweite Art der Wirkung der Wärme auszumitteln, dienten uns die Schwingungen der Nadeln in einem gläsernen Gefäſs, welches in einem gröſseren mit Wasser gefüllten enthalten war. Das erstere Gefäſs war mit einem Glasdeckel zu verschlieſsen, in welchem eine Oeffnung für ein mit der Nadel gleich hoch stehendes Thermometer, und eine zweite zum Anbringen des Hakens, der die Ablenkung bewirken sollte, geschnitten waren.

Die Nadel schwebte über einer Eintheilung, und ihre Schwingungen wurden aus einiger Entfernung mittelst eines Fernrohrs, beim Durchgang durch den Meridian, beobachtet. War das gläserne Gefäfs, nachdem die höchste Temperatur erreicht, sorgfältig verschlossen worden, so wurde die Nadel in ihrem Schwingen von Luftströmen nicht beunruhigt. Um hierüber in jedem einzelnen Fall sicher zu seyn, bestimmten wir stets die Zeit bei der 20sten Oscillation, oder, erlaubte es die geringe Intensität, auch bei der zehnten, und konnten so aus der successiven Abnahme der Schwingungszeiten die Genauigkeit des Resultats beurtheilen.

Eine Nadel aus weichem Stahl, 1‴,1 im Durchmesser, brauchte anfänglich bei 8° R. 308″ zu 80 Oscill.

als das innere Thermomet.	70°	331″,6
bei	7	327 ,6
hierauf von Neuem erhitzt, bei	72	335 ,2
bei	6	332
	70	338 ,6
	7½	336

Eine gehärtete Stahlnadel, 0‴,97 im Durchmesser, schwang bei 8½° in 369″,8 100 Oscillationen

68	403
8	407 ,2
67	414 ,8
8½	418 ,8
72	424
9	427 ,6
70	434 ,4
9	437 ,2
71	439 ,8
8	441 ,4

Die angegebenen Temperaturen sind die mittleren, aus denen beim Anfang und beim Ende der Schwingungen.

Diese Resultate schliefsen sich den früheren voll-

kommen an. Sie zeigen, dafs der weiche Stahl an magnetischer Kraft beim Erkalten gewinne, der gehärtete vielmehr noch verliere. Der Werth des Gliedes *a* bei der ersten Nadel nähert sich dem, beim Eintauchen für diesen Durchmesser ausgemittelten, und würde ihm bei fortgesetztem Erhitzen der Nadel gleich gekommen seyn. Aber worauf wir hier besonders aufmerksam zu machen wünschen, es zeigen diese Versuche, wie wenig sicher man den Einflufs der Wärme durch die Schwingungen einer beliebig gewählten Nadel in verschiedenen Temperaturen erfahren kann. Man dürfte sich, bei Anwendung einer solchen nicht wundern, die verschiedenartigsten Zahlenwerthe für diese Wirkung zu erhalten, wie sie bis jetzt auch durch einige Beobachter ausgemittelt worden.

Wir haben eine Reihe von Beobachtungen über das Verhalten des Stahls in verschiedenen Graden seines Angelassenseyns angestellt, deren Ergebnifs wir hier kurz zusammenstellen wollen. Aus einem Stück weichen, cylindrischen Stahldrahtes, 0''',85 im Durchmesser, wurden 5 Nadeln, von der Länge der früheren (2 Zoll) gemacht. Die eine davon liefsen wir in diesem Zustand, eine zweite wurde, ohne gehärtet zu werden, blau angelassen, die drei übrigen wurden gehärtet, davon die eine kirschroth, die andere blau angelassen, die letzte aber blieb gehärtet, und nur sie wurde etwas polirt. Sie sind sämmtlich auf gleiche Weise magnetisirt worden.

Nadel I., weich, brauchte zu	100 Osc.	282'',2
	71°	295 ,8
	$6\frac{1}{2}$	292
	73	297
	7	293 ,4
	72	298
	8	295 ,2
Wiederholtes Eintauchen brachte sie auf		303 ,6

Aus dem Endwerth ergiebt sich $a = 0,136006$.

Nadel II., weich, blau angelassen, 100 Osc. in 267″,6

70°	276
7½	272,8
72½	280,2
6	277
70	282,4
7	278,8
durch wiederholtes Eintauchen	287,6

hieraus $a = 0,134246$.

Nadel III., gehärtet, kirschroth angelassen, 100 Osc. in 235″,6

bei 72°	246
10	242
72	250,2
8	247
70	252,8
7	249,8
durch wiederholtes Eintauchen	253,6

hieraus $a = 0,13692$.

Die Nadel wurde noch einmal magnetisirt und zum Finalzustand gegen 80° gebracht, in welchem $a = 0,13074$ war.

Nadel IV., gehärtet, blau angelassen, 140 Osc. in 303″,2

bei 72°	315
7	311,4
71½	320,2
8	316,6
72	323
7½	318,4
nach mehrmaligem Eintauchen	325,6

hieraus $a = 0,13286$.

Nadel V., gehärtet, 100 Osc. in 282″,4

bei 72°	301,6
19	302,6
67	304
7	306,2
71	307,6
8	308,8

Sehr oft wiederholtes Eintauchen brachte diese Oscillationszeit auf 323″,2, woraus a=0,23654. Als diese letzte Nadel aber von Neuem magnetisirt worden, fand sich im Finalzustand a=0,085545, welches gegen den früheren Werth gering zu nennen ist.

Man sieht aus diesen Versuchen, dafs der Einflufs der Wärme, der bleibend ist, von der Oberfläche der Nadel lediglich abhängt. Sämmtliche angelassene Nadeln, sie mochten vorher gehärtet seyn oder nicht, verhielten sich wie die weiche Stahlnadel, sowohl in der absoluten Gröfse des Verlustes als in dem Verhältnifs der Intensität während der Erhitzung zu der nach dem Erkalten — alle angelassene Nadeln haben, wie die weiche, beim Erkalten an magnetischer Kraft zugenommen, — als auch endlich drittens in dem gleichmäfsigen Verlust, der bei einer neuen Magnetisirung, sie mag im Sinne der früheren oder ihr entgegengesetzt seyn, durch die Wärme bewirkt wird. Von dieser letzteren Behauptung haben wir uns hinlänglich oft überzeugt

Ueber die vorhergehenden Versuche wollen wir noch bemerken, dafs die Oscillationszeiten bei Temperaturen zwischen den angeführten — 74° bis 75° etwa war der höchste Wärmegrad, den das kochende Wasser, wegen der gröfsern Luftmasse, in welcher die Nadel schwang, zu geben im Stande war — zwar beobachtet, aber hier nicht mitgetheilt worden, weil sie nur auf sehr kleine Unterschiede hinausgehen und hier von geringerem Interesse sind.

Wichtig aber war die Frage, was nun Sicheres aufzustellen sey über die Correction, welche der magnetischen Intensität wegen des Thermometerstandes beizubringen ist. Wenn eine solche möglich seyn sollte, so mufste man sie von den Nadeln entnehmen, die gegen einen constanten Verlust geschützt sind, und es ist klar dafs, wenn diese Bedingung unerfüllt bleibt, jene Frage keine Beantwortung finden konnte. Indem wir jedoch

diese Vorsicht gebrauchten, sind wir zu sehr bestimmten Resultaten gelangt, die wir, gestützt auf eine bedeutende Anzahl von Versuchen mit den verschiedensten Nadeln nicht anders als für sehr sicher bezeichnen können.

Die weiche Stahlnadel I. der vorhergehenden, 0‴85 im Durchmesser, brauchte im Finalzustand und

bei 7° 303″,6 zu 100 Oscillationen
bei 72—68° 307″,4, hieraus $a=0{,}02457$.

Der Beobachtungsfehler von 0″,4, in dem Apparat, worin die Nadel schwang, wohl eher gröfser als geringer, bewirkt im Werthe von a eine Ungewifsheit von 0,003, welche wiederholte Beobachtungen, wegen der Veränderlichkeit der Temperatur, nicht immer im Stande sind zu heben.

Bezeichnet man mit d den Durchmesser der Nadel in Par. Linien, mit $\mathfrak{J}$ die anfängliche Intensität bei der Temperatur t, mit $\mathfrak{J}'$ diejenige bei der Temperatur t', so ergiebt die angeführte Beobachtung die Gleichung:

$$\mathfrak{J}'=\mathfrak{J}[1-0{,}0004588\,.\,(t'-t)\,.\,d].$$

Die Voraussetzung, dafs a sowohl dem Temperaturüberschufs als dem Durchmesser proportional sey, die diesem Ausdruck zu Grunde lieget, wird sich weiter unten als völlig streng in den untersuchten Gränzen von t' und d zeigen.

Eine andere weiche Stahlnadel, 1‴ im Durchmesser, und zum Finalzustand gebracht, machte in 353″,8 60 Oscillationen, und zwar bei 6°, bei 71°—63° brauchte sie zu derselben Anzahl 358″,8. Hieraus $a=0{,}02768$ und die Gleichung:

$$\mathfrak{J}'=\mathfrak{J}[1-0{,}0004524\,.\,(t'-t)d].$$

Wir übergehen hier ähnliche Beobachtungen, die auf ein gleiches Resultat führten, um die Versuche mit hohlen Nadeln anzuführen, die im Stande sind, die Gültigkeit der beiden vorausgesetzten Proportionalitäten, sowohl Hinsichts der Oberfläche als des Temperaturüberschusses zu beweisen. Die eine der hohlen Nadeln hatte

im äufseren Durchmesser 1''',23, zu welchem der innere sich wie 13:18 verhielt. Die Nadel brauchte zu 100 Osc.
bei 6° 314''
bei 71 —64° 324 ,4. Hieraus $a = 0,06309$.

Man kann, in Rücksicht auf die Wärme, die innere und äufsere Oberfläche als von gleicher Bedeutung ansehn. Addirt man daher beide, so würde die Nadel eine solide von 2''',12 im Durchmesser repräsentiren, und dann ergiebt sich für dieselbe der Ausdruck:

$$\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0,0004408 . t' - t . d].$$

Noch entscheidender sind die Versuche mit der zweiten hohlen Nadel, deren Summe der Durchmesser = 3''',66. Es brauchte dieselbe zu 80 Osc. bei 12° 352''
69°—65° 369 ,6
60 —55 366
50 —46 363 ,2
40 —38 360 ,8

Vergleicht man diese Zeiten mit der Oscillationsdauer bei 12°, so findet sich: für eine Temperaturdifferenz

	$a=$	für 1° R., $a=$
von 55°	0,09297	0,001690
45	0,07504	0,001667
36	0,060725	0,001686
27	0,04819	0,001785
	mittlerer Werth	0,001707.

so dafs für diese Nadel die Formel gilt

$$\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0,0001707(t' - t)],$$

und für d. Durchm. d $\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0,0004663(t' - t) . d]$.

Es ist bemerkenswerth, dafs bei der vorübergehenden Wirkung der Wärme das Gesetz der Proportionalität, Hinsichts der Durchmesser, sich, wie man sieht, weiter erstreckt, als bei dem bleibenden Verlust, für welchen diese letztere Nadel, wie wir uns mehrere Male überzeugten, schon die Gränze überschreitet, innerhalb welcher dasselbe noch gilt. Uebrigens hat sich die Annahme, dafs bis 80° die vorübergehende Wirkung der

Wärme dem Temperaturüberschufs proportional sey, wie man sieht so genau als man verlangen kann bestätigt. Bei Nadeln von gewöhnlichem Durchmesser liefse sich diefs Gesetz nicht verificiren, und man hätte eine Nadel von unverhältnifsmäfsiger Dicke nehmen müssen, um dasselbe evident zu machen. Da die hohle Nadel für die Wärme so empfindlich ist, so haben wir sie noch in einer Temperatur von 0° schwingen lassen, die durch Eis erhalten wurde. Sie brauchte 348",2 zu 80 Oscillationen, welches mit der Schwingungszeit bei 12° verglichen, für 1° R. Temperaturabnahme eine Zunahme der Intensität proportional 1+0,001829 anzeigt. Der Unterschied dieses Factors von den früheren ist von der Art, dafs er billig übersehn werden kann, da noch aufserdem die Beobachtung nicht zu derselben Tageszeit angestellt worden, und wohl von einer Variation der Intensität überhaupt afficirt seyn kann.

Es kam nun darauf an, dieselbe Art der Untersuchung auch auf die übrigen Träger des Magnetismus auszudehnen. Wir nahmen zu dem Ende eine gehärtete Nadel, 0''',85 im Durchmesser. Sie war zu wiederholten Malen gegen 80° final gemacht worden, und verlor durch diesen Wärmegrad, selbst nach einer neuen Magnetisirung, nichts mehr. Bei 8° brauchte sie zu 80 Osc. 246"

73 - - - - - 249,2

Hieraus $a=0{,}02552$ und $\mathfrak{J}'=\mathfrak{J}[1-0{,}0004619.t'-t.d]$, welcher Werth sich den früheren vollkommen anschliefst. dasselbe ergab eine andere gehärtete Nadel von demselben Durchmesser, die nur ein Mal gestrichen und final gemacht worden war. Von 326,4 Zeittheilen bei 8° kam sie bei 64° auf 330,2, woraus $a=0{,}02288$. Gleiches fand sich ferner bei gehärteten, und nachher angelassenen Nadeln. So kam unter anderen die Nadel III. der vorigen von 254" bei 8° auf 257",6 bei 74° und ergiebt $a=0{,}02776$. Eben so fand sich für eine Temperaturdifferenz von 61° bei der Nadel IV. der Werth von $a=0{,}024936$ u. s. w.

Die Gleichungen zwischen $\mathfrak{J}'$ und $\mathfrak{J}$, die man daraus entwickelt, stimmen mit den schon gegebenen überein.

Die Eisennadeln, sie mögen nun einen bleibenden Verlust erlitten, oder sich ihm entzogen haben, wenn sie nur im Finalzustande sind, schliefsen sich, in Rücksicht der vorübergehenden Wirkung der Wärme, den Stahlnadeln ganz an, und geben dieselben numerischen Werthe. Die folgende Nadel war aus Eisendraht, 0''',8 im Durchmesser und brauchte zu 60 Oscillationen

bei 5° 323'',6
72 327 ,6.

Nachdem die Wärme aufgehört hatte auf sie zu wirken, kam sie auf 323'',6 zurück, hatte somit keinen bleibenden Verlust erlitten, während der vorübergehende ausgedrückt wird durch

$$\mathfrak{J}'=\mathfrak{J}(1-0{,}0004528\,.\,t'-t\,.\,d).$$

Anders verhält sich eine Nadel deren Durchmesser 0''',97. Von 5° ausgehend brauchte sie zu 80 Osc. 380'',8
bei 71° — 69° 393 ,4
6 389 ,6
71 — 67 398 ,2
11 392 ,8.

Im Finalzustand war bei 10° die Zeit von 80 Osc. =400'',4
bei 65 - - - - - - =405 ,2.

Aus den beiden letzteren Werthen findet man

$$\mathfrak{J}'=\mathfrak{J}[1-0{,}0004414\,.\,(t'-t)\,.\,d].$$

Diese Nadel wurde hierauf stark geglüht, und brauchte nach einer neuen Magnetisirung

bei 8° 360'',4 zu 60 Oscillationen
bei 71° — 69° 365 ,2, kam jedoch bei 8° auf ihre frühere Intensität zurück. Sie hatte somit keinen dauernden Verlust erlitten, und das Verhältnifs der beiden beobachteten Intensitäten ist:

$$\mathfrak{J}'=\mathfrak{J}[1-0{,}0004341\,.\,t'-t\,.\,d].$$

Wir wollen noch eine Beobachtung an einem Eisendraht geben, der durch sein äufseres Ansehn eine

gleichmäſsige Constitution verrieth. Sein Durchmesser war 0''',36, und daher zu gering, um, einfach genommen, genaue Resultate geben zu können. Wir legten ihn vierfach zusammen, magnetisirten ihn und untersuchten seine Intensität von Zeit zu Zeit, weil aus dem Aneinanderliegen der Drähte Störungen zu befürchten waren. Das aber war nicht der Fall. Die Nadel brauchte, gleich nach dem Streichen untersucht, zu 100 Oscillationen 298'',2, und kam nach einigen Tagen auf 300'', eine Aenderung, die man beim Stahl nicht geringer findet, und welche die Bemerkung unterstützt, die wir oft beim Eisen in Drahtform zu machen Gelegenheit gehabt, daſs es im Stande ist, eine stärkere magnetische Kraft so gut als der Stahl zu bewahren.

Diese zusammengesetzte Nadel schwang

bei 74° — 72°	100 Oscill.	in	305'',8
4	-	-	301 ,6
73 — 71	-	-	308
10	-	-	302.

Hiermit war sie final. Der Werth von a aus den beiden letzten Zahlen berechnet, ist =0,03858 und die Gleichung $\mathfrak{J}'=\mathfrak{J}[1-0{,}0004321\,t'-t\,.\,d]$.

Wir haben die Correction wegen der Wärme noch für einige andere Nadeln von gröſserer Länge gesucht, und theilen sie hier mit, weil sie den Beobachtern der magnetischen Intensität von Interesse seyn dürfte. Sämmtliche hier anzuführende Nadeln hatten eine Länge von 34 Par. Linien. Die eine davon, die wir zu einigen Beobachtungen über die tägliche Veränderung der Intensität der magnetischen Kraft bestimmten, hatte einen Durchmesser von 0''',93, war also nur um ein Weniges in ihren Dimensionen von dem Cylinder verschieden, dessen Hansteen sich bedient. Die Nadel war gehärtet und dann angelassen worden. Im stabilen Zustand gegen die Hitze des

siedenden Wassers brauchte sie zu 140 Osc. bei 5° 428″
bei 74° — 72 432,4.
Hieraus $a = 0{,}2025$ und $\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0{,}0003202(t'-t).d]$.

Diese Correction zeigte sich bei mehrmals wiederholtem Versuch als durchaus richtig. So brauchte dieselbe Nadel in einem andern Versuch zu 160 Oscillationen bei 8° 489″,2
68° — 58 493,2, woraus $\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0{,}0003158(t'-t)d]$.

Man sieht schon aus diesem Beispiele, dafs auch die vorübergehende Wirkung der Wärme für diese Länge der Nadel geringer ist als für die kleinere von 2 Zoll, gerade wie es sich oben bei dem bleibenden Verlust gezeigt hat. Das Verhältnifs des geringeren Einflusses ist hier dasselbe als bei der dauernden Wirkung, nämlich wie 3:4.

Es war vorauszusehen, dafs die übrigen Nadeln von derselben Länge, wenn man ihren Durchmesser auf die angenommene Einheit einer Pariser Linie reducirte, dieselbe Gleichung zwischen $\mathfrak{J}'$ und $\mathfrak{J}$ ergeben würde; und diefs hat sich bestätigt. Eine zweite Nadel, 1‴,16 im Durchmesser, war weich gelassen worden. Nach wiederholtem Eintauchen in siedendes Wasser schwang sie 70 Oscillationen bei 0° in 434″,4
74° — 70° in 440,4,
woraus $a = 0{,}02706$ und $\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0{,}000324(t'-t)d]$.

Noch einige Nadeln von anderem Durchmesser schliefsen sich den angeführten an. So kam unter mehreren eine Nadel, 0‴,67 im Durchmesser, durch eine Temperaturdifferenz von 59° von 426″,8 auf 429″,6, woraus
$a = 0{,}01299$ und $\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0{,}0003286.(t'-t)d]$.
Die Mittlere, die wir aus mehreren hieher gehörenden Resultaten ziehen, nämlich $\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0{,}000324(t'-t)d]$, kann man somit als eine richtige Correctionsformel für die Länge der Nadeln von 34″ ansehen.

Nun hat der Cylinder, für den Hansteen die Wär-

mecorrection bestimmte, einen Durchmesser von 1''',04. Dieser Werth substituirt gäbe für 1° Temperaturunterschied $\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0{,}000336]$.

Hansteen aber giebt für die einfache Oscillationsdauer die Formel $T = T'\ (1 - 0{,}000394(t' - t)$, oder auf die Intensität reducirt:

$$\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}(1 - 0{,}000788t' - t);$$

seine Correction ist also, wie man sieht, mehr als doppelt zu grofs. Noch gröfser ist die von Christie. Die Ungewifsheit jedoch, die durch eine nicht genaue Verbesserung für die Wärme bei täglichen, monatlichen etc. Beobachtungen der magnetischen Intensität entsteht, ist entschieden. Die Unterschiede der täglichen Variation zum Beispiel sind in Gränzen eingeschlossen, so dafs sie von dem verschiedenen Stand des Thermometers sehr wohl herrühren können, welche Ansicht namentlich Saussure ausspricht. So liegt die tägliche Veränderung im Juni für London etwa zwischen 1,0000 und 1,0030, und eine Temperaturdifferenz von 8° bis 10° ist also im Stande dieselbe verschwinden zu machen. Wir haben gar nicht die Absicht, die Existenz der täglichen Periode in Abrede zu stellen, aber zugeben mufs man, dafs sie nur genau bestimmt werden kann, wenn der Einflufs der Wärme dabei erwogen und genau in Rechnung gebracht ist. Dasselbe gilt für die monatlichen Veränderungen. Hansteen hat neuerdings gefunden, dafs im Winter die Intensität geringer sey. Allein diefs Ergebnifs war eine Folge seiner Correction, und diese ist zu grofs. Es ist daher eben sowohl möglich, dafs die Intensität im Winter und Sommer gleich, als dafs sie im Winter sogar gröfser sey. Es handelt sich hierbei nicht nur um das Vorhandenseyn des Phänomens der Veränderung, sondern auch um das Zeichen derselben. —

Der Capt. Sabine hat vor Kurzem Untersuchungen über den Einflufs der Wärme auf einige seiner Nadeln in dem *quarterly Journal of science, N. S. No. XI.*

be-

bekannt gemacht, aus denen aber hervorgeht, dafs diese letzteren gegen den bleibenden Verlust des Temperaturgrades, dem er sie aussetzte, nicht geschützt waren. Diese vier Nadeln ergaben sehr verschiedene Werthe, und die eine davon, für welche die Formel gelten soll:

$$T = T(1 - 0{,}0004 \,.\, t' - t)$$

giebt, auf die Intensität und die Reaumur'sche Skale reducirt, eine Correction, die, wenn die Nadel, wie zu vermuthen ist, von den Dimensionen der Hansteen'schen war, mehr als fünf Mal zu grofs ist. Uebrigens stimmen hierbei die Beobachtungen bei erhöhter und erniedrigter Temperatur, selbst an einer und derselben Nadel gar nicht mit einander überein, noch kann man eine Zusammenstimmung von der Art erwarten, wie Capt. Sabine die Erhöhung der Temperatur mittelst Erwärmung der Luft durch eine Spiritusflamme hervorbringt, eine Art, die bei gröfseren Nadeln immer nur sehr ungefähre Data liefern kann.

Das Resultat, zu welchem die beschriebenen Versuche führen, ist, wenn man es zusammenfafst, dieses, dafs die Wirkung der Wärme auf den Magnetismus eine doppelte sey. Das Wahre der Verschiedenheit in dieser Wirkung würde man aber uneigentlich in dem Vorübergehenden und Bleibenden derselben suchen. Vielmehr mufs man sagen, dafs die eine Art der Einwirkung von dem Träger des Magnetismus abhängt, und sich für weichen, für harten Stahl und für Eisen anders gestalte, während die andere Art den Magnetismus allein zu afficiren scheint und unabhängig ist von der Masse, an welcher er gebunden. Es folgt aus unsern Versuchen, dafs im weichen Stahl beide Arten der Wirkung zugleich vorhanden sind, dafs sich beide im harten succediren, und dafs im Eisen nur die zweite Art, die vorübergehende, in Betracht kommt. Während diese letztere sehr con-

stant ist, kann man nicht genug empfehlen, Nadeln, die zu magnetischen Beobachtungen dienen sollen, von der ersten Art der Einwirkung, oder der dauernden, unabhängig zu machen, deren numerischer Werth gar nicht genau anzugeben ist, in sofern derselbe von früheren Zuständen bestimmt wird, in denen die Nadel mit Bezug auf die Temperatur bereits gewesen ist.

Hat man eine Nadel dem bleibenden Verlust gegen einen gewissen Temperaturgrad, durch ein Verfahren, welches wir angegeben haben, entzogen, so gilt für die vorübergehende Wirkung die Formel:

$$\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0{,}000461 \,.\, (t' - t)d],$$

wo $\mathfrak{J}'$ und $\mathfrak{J}$ die Intensitäten bei den Temperaturen t' und t sind, d der Durchmesser der cylindrischen Nadel in Par. Linien, während die Länge derselben 2 Zoll. Die Gränze von t' ist dabei die Temperatur, gegen deren bleibende Wirkung die Nadel gesichert ist.

Ist die Länge der Nadel 34''', so gilt mit denselben Bezeichnungen

$$\mathfrak{J}' = \mathfrak{J}[1 - 0{,}000324 \,.\, (t' - t)d].$$

Will man aus diesen Ausdrücken Correctionsformeln für die Oscillationsdauer entnehmen, und bezeichnet diese letzteren mit T bei der Temperatur t, mit T' bei der Temperatur t', so ergeben sie hinreichend genau:

$$T = T'[1 - 0{,}0002305 (t' - t)d]$$

$$T = T'[1 - 0{,}000162 \,.\, (t' - t)d].$$

Aus einigen zu dem Zweck angestellten Versuchen glauben wir schliefsen zu können, dafs für noch *gröfsere* Längen als 34''' die zweite Formel nur eine sehr unbedeutende Veränderung erleiden wird, so wie dafs für *kleinere* Längen als 2 Zoll, die erstere gelten kann.

Was übrigens die Natur dieser vorübergehenden Wirkung betrifft, so kann noch bemerkt werden, dafs sie in der Ausdehnung der Masse und einer dadurch bedingten momentanen Schwächung der magnetischen Kraft ihren Grund nicht finden kann; denn einer solchen Ansicht stände schon das Factum entgegen, dafs der Durchmesser der Nadeln in das Glied des Verlustes als Factor eingeht.

V. *Ueber den Hagel und die elektrischen Erscheinungen unserer Atmosphäre; von Julius Ludwig Ideler.*

Diese Abhandlung, um gleich beim Anfange derselben den Standpunkt festzustellen, aus welchem der Verfasser sie beurtheilt zu sehen wünscht, nimmt auf eine doppelte Weise das Interesse der Physiker in Anspruch: einmal indem sie eine Uebersicht über die bis jetzt beim Hagel beobachteten Erscheinungen giebt, und die Bedingungen aufstellt, unter denen Hagel erfolgt, was man fast in sämmtlichen physikalischen Werken und selbst in denen vermiſst, die den Theil der physikalischen Erdbeschreibung, welcher unsere Atmosphäre betrifft, besonders zum Inhalte haben; andererseits, indem sie die bisherigen Hageltheorieen prüft, welche die eine hier, die andere dort noch angenommen und für richtig befunden werden; endlich indem sie diejenige Theorie, welche, die sinnreichste und gewiſs die wahrscheinlichste von allen, Leopold von Buch aufgestellt hat, und die, man sollte es kaum glauben, entweder Vielen ganz unbekannt geblieben, oder, wenn auch dieſs nicht, doch wenig oder gar nicht von den Meisten berücksichtigt worden ist, obgleich sie uns ganz neue Einsichten in die Art und Weise, wie die Natur bei den meteorischen Erscheinungen verfährt, geöffnet hat, von Neuem den Untersuchungen der Physiker empfiehlt. Aber sie macht auch zugleich die Physiker auf eine Untersuchung aufmerksam, deren Bekanntmachung Leop. von Buch in der That selbst veranlaſst hat, obwohl sie theilweise seine Theorie umzustoſsen droht, nämlich auf die von Gay-Lussac angestellten Versuche und Beobachtungen über die durch die Verdunstung bei verschiedenen Temperaturgraden erzeugte Kälte, und die

dadurch erforderten Modificationen und Einschränkungen der von Leop. von Buch aufgestellten Theorie. Der Verfasser glaubte diese wenigen Worte vorausschicken zu müssen, nicht sowohl um das Erscheinen dieser Abhandlung nach jener ersten, in einem der früheren Hefte dieser Zeitschrift abgedruckten zu rechtfertigen, denn dessen wird es wohl für denjenigen nicht bedürfen, der beide Abhandlungen mit einander vergleicht, als vielmehr um zu vermeiden, dafs Compilatoren, die alles und jedes aus Büchern und Zeitschriften ohne Ordnung und Sichtung zusammentreiben und neben einander stellen, ohne richtige Resultate daraus zu folgern, deren es leider auch unter denen, die über Meteorologie gehandelt haben, nicht wenige giebt, auch dem ersteren an sich unbedeutenden, ja — der Verfasser zaudert keinen Augenblick es hier öffentlich auszusprechen — vieles Falsche und Unrichtige enthaltenden Aufsatze eine gröfsere Aufmerksamkeit angedeihen lassen, als er wirklich verdient, wodurch der Werth von Leop. von Buch's Theorie zwar nicht in den Augen der wahren Physiker, aber doch in denen vieler Dilettanten auf eine ungerechte Weise beeinträchtigt werden könnte.

Der Hagel ist deshalb so oft für eine Wirkung der Elektricität angesehen worden, weil er gemeiniglich (nicht immer, wovon in diesem Sommer ein Beispiel hier in Berlin beobachtet worden) von elektrischen Erscheinungen begleitet ist. Ich werde daher zuvörderst von der Art und Weise, wie die Elektricität in unserer Atmosphäre erzeugt wird und wie sie wirkt, handeln. Im Allgemeinen kommt unserem Luftkreise zweierlei zu, einmal, wie Pouillet gezeigt hat, eine + Ladung der unteren Schichten, deren Ursache die Vegetation seyn soll, zweitens ein entschieden stärkeres Leitungsvermögen für die $+E$, was Trémery (*Journal de physique, T. LIV.*

p. 357.; Gilb. Ann. Bd. XXIII. p. 426.) durch den bekannten Versuch mit der Lullin'schen Charte zuerst dargethan hat, was aber nicht der atmosphärischen Luft allein zukömmt, sondern eine allgemeine Eigenschaft sämmtlicher Gasarten ist, wie Th. v. Grotthufs (Schweigg. Journ. Bd. IX. p. 330.) und andere Physiker (Gilb. Ann. XXXII. p. 31., Bd. XLIII. p. 218.; *Annales générales de phys. T. VIII. p.* 111.; *Philos. transact. T. L. p.* 371.; Voigt's Magazin, Bd. X. St. 3. p. 55.) nachgewiesen haben. Die + Ladung unserer Atmosphäre war schon von Al. v. Humboldt (Versuche über die chem. Zerleg. unseres Luftkreises, S. 174.) in Europa, dann in Amerika (*Voyage aux rég. équin. T. VI. p.* 182.) beobachtet worden, und ist, wie schon aus der angeführten Ursache hervorgeht, kein blofs locales, sondern ein allgemeines Phänomen. Wie sich aber die Wärme in unserer Atmosphäre äufserst selten im Gleichgewichte befindet, eben so wenig die Elektricität, da alle Formveränderungen, welche in unserer Atmosphäre vorzugsweise mit dem Wasser vorgehen, von elektrischen Prozessen begleitet sind. Hier mufs ich nun an zwei Sätze erinnern, deren ersten wir Erman's, deren zweiten wir Davy's, Berzelius und Pouillet's Untersuchungen verdanken.

I) In jedem Körper, welcher isolirt von der Fläche des Bodens bis zu einer beträchtlichen Höhe emporgehoben wird, entsteht, blofs durch Entrückung aus dem Wirkungskreise der unendlich grofsen Erdmasse, eine beträchtliche elektrische Spannung, weil die Elektricität, die in der niederen Station durch Einwirkung der Erde in ihm gebunden war, in der höheren Station sich nothwendig expandirt, und zwar um so mehr, je weiter er aus der bindenden Atmosphäre des Bodens entrückt wird (Gilb. Ann. Bd. XV. S. 385. Bd. XXVI. S. 9.). Daher wird die Intensität der atmosphärischen Elektricität zunehmen, je höher wir uns in den Luftkreis erheben. Daher wird Donner und

Blitz bei dem verticalen Dampfstrome entstehen, der vom Krater eines Vulcanes emporsteigt. Daher wird die Intensität der Elektricität in den unteren Schichten unserer Atmosphäre besonders stark bei einem emporsteigenden Nebel seyn, wie diefs Cavallo (Scholz, Anfangsgr. der Phys. Wien 1827, S. 273.) ausdrücklich nachgewiesen hat. Es fragt sich nun, ob die auf diese Weise entstehende Elektricität + oder — seyn werde: Erman's Versuchen zufolge läfst sich der Satz folgendermafsen allgemein aussprechen: Wenn ein Körper sich von einer Oberfläche losreifst, deren Elektricität neutralisirt war, und in die Höhe steigt, so erlangt er die E, welche der des umgebenden Mediums entgegengesetzt ist. Der Dunst also, der sich von einer Wasseroberfläche erhebt, erhält — E, da die elektrische Ladung der Atmosphäre, wie angeführt worden, im Allgemeinen + ist, daher hat der aufsteigende Luftstrom, der an Orten, wo wenig Vegetation herrscht, besonders stark ist, und der die erwärmte Luft zu höheren Regionen führt, daher haben die sich erhebenden Wasserdünste $-E$. Hiermit in Uebereinstimmung sind die Beobachtungen Gay-Lussac's und Biot's bei ihrer ersten aërostatischen Fahrt, welche sie am 24sten Aug. 1804 anstellten, die, je höher sie stiegen, eine desto stärkere — Ladung der Atmosphäre fanden (Gilb. Ann. Bd. XX. S. 15.); dasselbe fand von Hohenwart bei seiner Besteigung des Glockner (ebend. S. 251.). Wenn aber der Wasserdunst unserer Atmosphäre $-E$ hat, die wegen des geringen Leitungsvermögens der Luft für die $-E$, und weil die Ladung der Atmosphäre nur in den untersten, der Vegetation zunächst ausgesetzten Schichten $+E$ ist, nicht neutralisirt werden kann, so mufs auch der Niederschlag $-E$ haben (siehe den nachfolgenden Satz), und in der That hat Erman (Gilb. Ann. Bd. XV. S. 414.) gezeigt, dafs ein vorübergehender Regenschauer hinterher noch durch Mittheilung den Körpern $-E$ giebt und durch den analogen Ver-

such bestätigt, wo man eine isolirte Stange gegen ein auf dem Boden stehendes Goldblattelektrometer führt, wodurch sie dem Instrumente durch Mittheilung diejenige E giebt, welche sie selbst durch Vertheilung erlangt hatte. Der Schnee thut diefs noch anhaltender und ausgezeichneter, vermöge seiner gröfseren Trocknifs, welche bewirkt, dafs die umgebende Luft länger isolirend wirken kann, während beim Regen die Spuren der durch das Fallen und durch die vertheilende Wirkung des Bodens erregten E, in der feuchten Luft viel früher verschwinden müssen.

II. Das Wasser, sobald es aus dem tropfbarflüssigen Zustande in den gasförmigen übergeht, bindet bekanntlich eine Quantität Wärme und macht sie wiederum frei, sobald es in die flüssige Form zurücktritt, und dasselbe ist mit der Elektricität der Fall (Davy in Gilb. Ann. Bd. XXVIII. S. 192.). Es geht hieraus hervor, dafs im Laufe eines Tages Veränderungen in den Intensitätsanzeigen eines Elektrometers stattfinden werden, die der Temperatur, d. h. der Geschwindigkeit des aufsteigenden Luftstroms und der Quantität der Verdunstung proportional seyn müssen. Diese Periodicität der Intensität der atmosphärischen Elektricität, diese elektrische Ebbe und Fluth, analog den von der Temperatur abhängigen täglichen Barometervariationen, ist schon von Saussure und dann von allen Physikern nachgewiesen worden, welche sich nach ihm mit Beobachtung der Elektricitätsversuche im Freien beschäftigt haben, und namentlich hat ihn Maréchaux vermittelst seines Elektromikrometers wahrgenommen (s. Gilb. Ann. Bd. XVI. S. 124.). Hieraus folgt denn ferner unmittelbar, dafs die Intensität der atmosphärischen Elektricität in verschiedenen Jahreszeiten verschieden, und namentlich im Sommer gröfser seyn werde, als im Winter, was denn auch aus den neueren Beobtungen sattsam hervorgeht: dafs die Intensität und die entsprechenden Angaben des Elektrometers vom Pole nach

dem Aequator zunehmen werden, wie denn diefs auch Al. v. Humboldt dargethan hat. In Europa nämlich betrug die Divergenz der Korkkügelchen nur 1''' (*Journ. de phys. T. XLVIII. p.* 193.), in Amerika dagegen 3 bis 4''' (s. *Voyage aux rég. équin. T. VI. p.* 178.). Wir haben hier dieselbe Ursache, welche das Steigen des Hygrometers, das Fallen des Barometers hervorbringt, die Temperaturzunahme.

Aus dem Freiwerden der Elektricität erklären sich Erscheinungen, wie die von Huth in Charkow beobachtete (Gilb. Ann. Bd. XXX. S. 239.). Der Himmel war nämlich mit leichten Wolken bedeckt, als plötzlich eine aufserordentliche Helligkeit sich über den ganzen Himmel verbreitete, eine Entbindung nämlich von Elektricität, welche von dem Uebergange des gasförmigen Dunstes in den tropfbar flüssigen Zustand herrührte. Sobald diese Lichtperiode vorüber war, erschien der Himmel »*durchaus mit dunklen Wolken in weit gröfserem Maafse, als zuvor, bedeckt.*« Hieraus erklärt sich das sogenannte *Wetterleuchten* (bei den Franzosen *éclairs de chaleur*), das nicht blofs am Horizonte erscheint, sondern welches Al. v. Humboldt (*Voyage aux rég. éq. T. VII. p.* 9. vergl. Brandes, Beiträge zur Witterungskunde, S. 355,) auch im Zenith beobachtete, bei Wolken, welche eben keine bedeutende Höhe hatten. Hieher endlich gehört eine Erscheinung, die den Physikern viel zu schaffen gemacht, und um derentwillen van Mons sogar zwei verschiedene Arten von Blitze angenommen hat, nämlich diejenigen Blitze, welche blofs die Wolke erleuchten, und ohne dafs man einen deutlichen Funken sieht, horizontal durch sie hindurchfahren. Brandes (Beiträge zur Witterungskunde, S. 350.) hält sie für Blitze, deren Funken blofs von der Wolke verdeckt wird; aber woher ihre horizontale Ausdehnung? Bellani hält sie für eine im Fortgange des Blitzes entstehende Mittheilung der Elektricität an die umgebenden Luft- oder Dunsttheile. Aber

diese könnte nicht von so anhaltender Dauer seyn. Diese Blitze sind nach meiner Ansicht nichts anderes, als die durch neuen Niederschlag frei werdende Elektricität, und ihre horizontale Ausdehnung wird durch die ganz ähnliche Erscheinung erläutert, dafs die untere Fläche des Cumulus stets horizontal ist, was nicht, wie Brandes (Beiträge zur Witt. S. 320.) will, deswegen der Fall ist, weil sie von der Erde und den unteren Luftschichten abgestofsen werden, sondern mit Howard dahin erklärt werden mufs, dafs sie auf derjenigen Luftschicht schwimmen, welche gerade noch genug Wärme besitzt, um das in ihr vorhandene Wasser in Dunstform zu erhalten *).

Es bleibt noch ein dritter Punkt zu erörtern übrig, den ich nur kurz der Vollständigkeit wegen, und um keine Lücke im Vortrage zu lassen, berühren will, obgleich er schon hinreichend von früheren Physikern, namentlich von Reimarus erläutert worden ist, nämlich die Art und Weise, wie die Entladung der Wolken geschieht. Wenn man eine dünne, nicht leitende Fläche, z. B. eine Glastafel, zwischen zwei leitende, wie zwei Metallplatten legt, so dafs sie über die Enden derselben rings umher hervorsteht und die eine der Metallplatten dadurch isolirt wird, während die andere mit dem Fufsboden in leitender Verbindung steht, so verbreitet sich die Elektricität, welche man der isolirten zuführt, auf der berührenden des Nichtleiters, und versetzt zugleich die entgegengesetzte Oberfläche, auf welcher die nicht isolirte Metallplatte liegt, und zugleich auch die Metallplatte selbst in den Zustand entgegengesetzter Elektricität. Dieser bekannte Satz läfst sich nun leicht auf die Atmosphäre anwenden. Die Wolke, welche in einer Luftschicht hervortritt, bezeichnet die nicht isolirte Me-

*) Die meisten Winde nämlich wehen horizontal, also parallel der Erdoberfläche, obwohl, wie Benzenberg (Gilb. Ann. Bd. VIII. S. 240.) gezeigt hat, diefs nicht ausschliefslich der Fall ist.

tallplatte, und zwar hat sie $-E$; die zwischen ihr und der Atmosphäre liegende Luftschicht ist der Nichtleiter, und auf der Oberfläche der Erde selbst wird in der ganzen Ausdehnung der Wolke durch Vertheilung $+E$ erregt. Dieser Procefs ist an sich sehr deutlich; noch mehr versinnlicht wird er durch Kirchhoff's bekannten Apparat, wodurch zugleich gezeigt wird, wie sich die Wolke, in dem Augenblicke, wo der Durchbruch der Elektricität durch die Luft erfolgt, die Neutralisation beider Elektricitäten also stattfindet, wirklich zur Erde hinabsenkt. Die Wolke ist nicht perpetuirlich geladen, sondern erhält nur dann $-E$, wenn ein neuer Niederschlag erfolgt. Die elektrischen Erscheinungen unserer Atmosphäre beruhen auf dem einfachen Grunde, dafs die trockne Luft ein absoluter Nichtleiter für die $-E$ ist. Würde sie diese vorzugsweise und nicht die $+E$ leiten, so würde ein fortwährendes Ausströmen der Elektricität in dem Falle, wo die oberen Wolken $-E$ haben, stattfinden, ohne dafs ein so mächtiger Durchbruch durch die nicht leitende Schicht erfolgte, wie der Blitz ist: wogegen bei dem wirklichen Zustande unserer Atmosphäre Fortleiten nur dann stattfindet, wenn die obere Wolke $+E$, die gegenüberstehende Erdoberfläche $-E$ hat, oder wenn die Luft mit Wasser*dampf* angefüllt ist *). Daher sahen Allamand (*Annales de chim. et de phys. T. XVII. p.* 305.) und andere Physiker bei heftigen Regengüssen

*) Es kann jedoch möglich seyn, dafs nur ein Theil der auf der Erdoberfläche ruhenden Atmosphäre mit Wasserdämpfen gefüllt sey, so dafs von der unteren Wolkenfläche zu dieser Dampfgränze ein Uebersprung der elektrischen Materie stattfinden mufs. Diefs war namentlich auf der Insel King, während Freycinet's Aufenthalt daselbst, der Fall. „*Je dois observer*, sagt Freycinet (a. a. O. S. 27.) *que pendant notre séjour à l'île King nous fumes nous mèmes d'autant plus étonnés de la fréquence et de la force du tonnerre dans ces régions, que l'atmosphère ne cessa presque jamais d'être surchargée de brumes très froides et de brouillards épais.*“

(vergl. *Annal. de chim et de phys. T. X. p.* 284. 285.), v. Langsdorf (Bemerkungen auf einer Reise um die Welt, Bd. II. S. 88.) bei starkem Nebel die Oberfläche gut leitender Körper von elektrischem Lichte bedeckt glänzen. Daher ist es zu erklären, dafs auf den meisten Inseln, von denen mehr oder weniger gilt, was Freycinet (*Voyage de découvertes à l'hém. austral. Vol. II. p.* 9.) von dem Feuchtigkeitszustande der über der Insel King ruhenden Atmosphäre erzählt, die elektrischen Explosionen äufserst selten sind, und zwar so selten, dafs, nach Forster (Cook, *Voyage à l'hèmisph. austral. Paris* 1779, *T. V., Observat. de* Mr. Forster, *p.* 107.) die ältesten Einwohner auf St. Helena sich keiner derselben erinnern konnten, und dasselbe berichtet Langsdorf (a. a. O. Bd. I. S. 88.) von Nukahiwa.

Regen also erfolgt, wenn zwei nahe mit Feuchtigkeit gesättigte Luftschichten von verschiedener Temperatur sich vermischen: er erscheint als *stilles* Gewitter, wie die Landleute sagen, wenn die Feuchtigkeit der zwischen der Wolke und der Erdoberfläche befindlichen Luftschicht grofs genug ist, um die Elektricität ohne Explosion abzuleiten.

Ich will nun die einzelnen Phänomene, welche den Hagel zu begleiten pflegen, zusammenstellen, und zugleich die Bedingungen angeben, unter denen er zu erscheinen pflegt.

Der Hagel kommt zu allen Tageszeiten vor, am Tage und bei Nacht. Letzteres ist seltener, mag aber wohl öfter geschehen, als man glaubt, da es zu dieser Zeit gemeiniglich an Beobachtern fehlt. So fiel den 2. Jan. 1803 bei —5° R. Hagel (Gilb. Ann. XIII. S. 371.); Hasselquist (Reise nach Palästina, S. 17.) beobachtete einen während der Nacht auf seiner Reise nach Palästina auf dem Meere, wie Leopold v. Buch anführt, Péron (*Voyage de découvertes aux terres australes. T. I. p.* 341.) in der Nacht vom 14. zum 15. Juni 1802 an der Süd-

spitze von Neu-Holland, den 30. Jan. 1741 Nachts fiel zu Montpellier Hagel (*Mémoires de l'Academie de Paris* 1741, *p.* 218.). Man vergleiche noch Delcrofs (*Bibliothèque univers. T. XIII. p.* 154.) und die ganze Reihe hieher gehöriger Beispiele, welche Arago (Poggendorff's Ann. Bd. XIII. S. 344.) gesammelt hat. Ein Hagelwetter kurz vor Sonnenaufgang beobachtete Bellani (Baumgartner's und v. Ettinghausen's Zeitschr. Bd. IV. S. 332.) im Juli 1806, was hier, wie man weiter unten sehen wird, vorzüglich wegen Volta's Theorie bemerkt wird.

Hagel kommt bei allen Temperaturen über 0° und selbst unter dem Gefrierpunkte vor.

Beispiele:

d. 2. Jan. 1803, Temp. —5° R. Gilb. Ann. Bd. XIII. S. 371.
20. Febr. 1783, —0 *Eph. Societ. Met. Palat. Vol. III.* 1783, *p.* 332.
26. Jan 1783, —0°,4 ebend. p. 592.
14. März — —0°,5 ebend. p. 632.

denen jeder, welcher die genannten Ephemeriden nachsehen will, noch mehrere Beispiele zugesellen kann.

Der Hagel ist ein den gemäfsigten Zonen eigenthümliches Phänomen. In den Aequatorialgegenden, wo doch Al. v. Humboldt (Gilb. Ann. VI. S. 191.), Caldcleugh und Winterbotthom (Dove, *de barometri mutationibus, p.* 40.) alle Tage nach Culmination der Sonne, wenn die Wärme ihr Maximum erreicht hatte, ein Gewitter beobachteten, macht ein Hagelfall einen gröfseren Eindruck auf das Volk, als bei uns das Herabstürzen von Meteorsteinen (Al. v. Humboldt, *Voyage aux régions équinoxiales, T. IV. p.* 196.). Indessen sind einige Beispiele von Hagelwettern in Höhen unter 350 Toisen zwischen den Tropen aufgezeichnet von Humboldt (*Voyage aux régions équinoxiales, T. VI. p.* 350.), Thibault de Chanvallon (*Voyage à la Martinique,*

p. 135.), Moreau de Jonneau (*sur le climat des Antilles, p.* 49.) und Péron (*Voyage de découverts, T. I. p.* 50.), welcher letztere erzählt, dafs sich die ältesten Einwohner in Isle de France nur eines einzigen Hagelfalls entsinnen konnten. In höheren Regionen über 350 Toisen dagegen ist Hagel nichts seltenes. In den Polargegenden ist Hagel äufserst selten, obwohl er auch hier von Scoresby (*Account of the arctic regions and the northern whale-fishery, Vol. I. p.* 424.) mehrmals beobachtet worden ist. Indessen glaube ich, dafs der Hagel bei bedeutenderen Kältegraden nichts anderes sey, als gefrorne Regentropfen, daher entstanden, dafs bei einer Temperatur über dem Gefrierpunkte in höheren Regionen der Atmosphäre, durch Vermittelung wärmerer Winde sich ein Niederschlag gebildet hatte. Wenn Winde wehen, so verbreiten sie sich nicht allemal in der senkrechten Luftsäule bis zur Erdoberfläche, wovon Langsdorf (Bemerkungen auf einer Reise um die Welt, Bd. II. S. 189.) ein merkwürdiges Beispiel erzählt. Die See war nämlich fast ganz ruhig, fast spiegelglatt, und die unteren Segel hingen, wie bei einer Windstille, ganz schlaff, die oberen aber waren bei einem regelmäfsigen steten Winde (SO.) so voll, dafs das Schiff eine kurze Zeit hindurch 6 Meilen in einer Stunde lief. Auch Bruce (*Voyage aux sources du Nil. T. XI. p.* 130. der Castera'schen Uebersetzung) erzählt ein hieher gehöriges Beispiel: »*Pendant la nuit on distinguait constamment deux courans d'air; celui, qui était le plus bas venait du Nord-Est et tournait le matin un peu à l'Est; tandis que des nuages blancs, très légers et très elevées, courant rapidement du Sud-Ouest indiquaient, que la vent régnait en haut dans cette direction.*« Bruce befand sich damals in Tscherkin in Abyssinien 15° N. Br., also entfernt von den Meeresküsten, wo diese Erscheinungen nicht selten sind.

Und warum sollten Regentropfen bei ihrem Durch-

fallen durch die Atmosphäre nicht eben so gut gefrieren können, wie Schneeflocken schmelzen, was Lambert (*Acta helvetica*, *Vol. III. p.* 325.) in der Nähe von Chur beobachtet hat, wo es auf den Bergen schneite, in der Ebene regnete? Abgesehen auch von dem Umstande, dafs bei grofsen Kältegraden die wärmeren Luftschichten die höheren Regionen der Atmosphäre einnehmen, so können ja viele Ursachen dazu beitragen, die Gränze, von welcher sich die proportional fortschreitende Abnahme des Wärmestoffs datiren mufs, die Curve der gröfsten Dichtigkeit in Bezug auf alle höheren Luftschichten weiter emporzuschieben. Schon die Variationen der horizontalen Strahlenbrechung lehren, dafs diese Linie nicht immer mit der Erdoberfläche coincidirt, und in heiteren Nächten ist, wie Pictet (*Essai sur la feu*, §. 156.), Six (*Phil. transact.* 1784, *p.* 432.), White (*Natural history of Selborne, London* 1822, *T. II. p.* 140.), Wells (*on dew p.* 153.), Prèvost (*Biblioth. univers. T. XXXV. p.* 289.), Brandes (Gilb. Ann. Bd. XX. S. 351.) gezeigt haben, diefs nie der Fall.

Regen und Hagel, Schnee und Hagel, ja alle drei Arten von Niederschlägen fallen oft zu gleicher Zeit herab.

»*Circa horam 4tam pomeridianam copiosissime pluit, atque simul granula grandinis decidunt, dum interim coruscat et tonat spatio unius horae.*«

Calandrelli, *ad obs. rom. Ephem. Soc. Met. Pal.* 1784, *p.* 521. *Nov.* 6.

»*Hora* 1 *pom.* 2½ *pom. etc. per pauca minuta grandin. Grandinis granula parva sunt, irregularem habent figuram, sunt opaca et exiguam duritiem habent. Excepta hora 7 vespert. constanter dum grandinat, validiore vi spirat Sw. Hora* 5½ *cum grandine nivis flocculi aliqui decidunt.*«

Idem l. l. p. 509. *ad. April* 2.

»*Hora* 2 *pom. per pauca minuta ningit et grandinat atque deinde spatio* ¼ *horae pluit.*

Idem l. l. p. 505. *Jan.* 21.

»*Ab hora* 11 *mat. imbres subinde mixti grandine minore et dubie etiam nivibus. Hora* 12 *meridie tempestas fulminea a longe. Hora* 3¼ *imber mixtus grandine majore rarius cadente et circa horam* 7 *vesp. etiam sola nix cadit.*«

Preufs, *ad obs. Sagan. Eph. l.* 1784, *p.* 369. *Mart.* 27.

»*Hora* 6 *nix minori grandine mixtim cadit, postea etiam pluvia modica.*«

Id. ad obs. Sagan. 1783, *p.* 368. *Nov.* 27.

Bei dem Hagel findet gemeiniglich ein plötzliches Hervortreten der Wolke statt.

»Der Blitz erscheint nicht vor der Wolke, sondern ganz bestimmt erst nachher, nicht vor der Aenderung der Form, sondern nachdem sie geschehen ist. Ein sehr neues Beispiel hiervon war das Westgewitter und der Hagel, die man am 5. Novbr. 1813 in Berlin sah. Der Himmel war heiter im Zenith, trübe umher. Plötzlich weht schneller der warme Wind aus W., die Wolke bildet sich schnell, und es schien mit einem Male Nacht geworden zu seyn. Blitz und Donner, die man sogleich darauf erwartete, erschienen auch eine halbe Minute darauf.«

Leop. v. Buch, über den Hagel (Abhandl. der Berl. Acad. phys. Kl. 1815.) S. 85.

»Bei schönem warmen Sonnenschein stand das Thermometer bei Kengis am Torneåstrome um Mittag auf beinahe +10° R. Die Luft war ganz still und es standen nur wenige leichte weifse Wolken am Himmel. Plötzlich tritt eine grofse schwarze Wolke hervor und die Hagelkörner fallen dicht, erbsengrofs und birnförmig, wie bei Alten herab. Das währte aber

kaum eine Viertelstunde, und bald darauf schien die Sonne wieder hell. Das Thermometer stand auf 8°.«

Leopold v. Buch, Reise durch Norwegen und Lappland, Bd. II. S. 126.

Man vergleiche noch unter andern Froriep's Notizen, Bd. VI. S. 201.

Auch pflegt der Hagel, wo nicht immer, doch sehr häufig, von einem sogenannten *vent par rafales* begleitet zu seyn, welcher Luftschichten von sehr verschiedener Temperatur schnell nach einander herbeiführt. Auffallende Beispiele solcher Winde sind folgende:

»*Les vigies crièrent du haut des mats, qu'ils sentaient des vapeurs brûlantes, semblables à celles de la bouche de la four, qui passaient comme des bouffées et se succédaient d'une demi-minute à l'autre. Tous les officiers montaient au haut des mats et eprouvèrent la même chaleur. La température était alors de* 14° *sur le pont: nous envoyâmes sur les barres des perroquets un thermomètre et il monta à* 20°. *Cependant les bouffées de chaleur passaient très rapidement et dans les intervalles, la température de l'air ne différait pas de celle du niveau de la mer.*«

La Pérouse, *Voyage autour du monde rédigé par* Milet-Mureau, *ed.* 8. *Vol. III. p.* 30.

»*L'ouragan,* sagt King, *fut annoncé par le baromètre: car le mercure descendit, dès que le vent commença à souffler: ce vent d'abord très favorable fut remarquable d'une autre manière; il amena un degré de chaleur presque insupportable. Le thermomètre monta dans un instant d'environ* 70 *à près de* 90° *Fahr. La chaleur se trouva d'une si courte durée, que nous l'attribuâmes à des vapeurs brûlantes, que la brise chassa devant elle.*«

Cook, *Trois. voyage à l'Ocean pacifique. Par.* 1785, 4. *Vol. I. p.* 151.

Andere Beispiele erzählen Vancouver, Péron, Frey-

Freycinet, Flinders u. Péron (*Voyage de découvertes, T. I. p.* 418.) erwähnt eines in mehreren Beziehungen merkwürdigen Hagelfalles, dessen hier ausführlicher gedacht werden soll. »In den letzten Tagen unsers Aufenthaltes zu Sydney-town, erzählt Péron, waren wir Zeugen von so heftigen und so oft zurückkehrenden und sich wiederholenden Gewittern, daſs unser Erstaunen über das merkwürdige Klima von Neu-Süd-Wales den höchsten Grad erreichte. Niemals hatten wir so schreckliche Donnerschläge gehört, niemals so lebhafte, reiſsend schnelle Blitze die Atmosphäre durchzucken sehen.« Diese Phänomene fanden bei NW. Winden statt, welche sich in der Grafschaft Cumberland mit dem doppelten Charakter von *äuſserster Trockenheit* und Hitze trotz der Ausdehnung und Höhe der Gebirgsmassen zeigen, über welche sie hinwegstreichen müssen, um zu diesem Ziele zu gelangen. Dieſs Resultat ergiebt sich aus den Beobachtungen von Collins (*Account of New South Wales, p.* 154. 189. 257. 386. u. a. a. O.), Philipp, Hunter, Watts, Tench, Pering, Péron (a. a. O. I. p. 396.). »Der 7. October, fährt er fort, bot uns in dieser Beziehung eine Erscheinung dar, von der vielleicht kein zweites Beispiel in den Annalen der Meteorologie existirt. Den ganzen Morgen dieses Tages war das Wetter sehr schön, der Himmel und das Meer ganz ruhig gewesen. Nachmittags ging der Wind auf einmal nach NW. über (*en soufflant par rafales*); eine ungeheure Masse schwarzer Wolken durch diese Windstöſse vom Gipfel der blauen Berge zurückgeworfen, stürzte in die Ebene hinab. Diese Wolken waren so schwer, daſs sie gleichsam die Oberfläche der Erde bestrichen. Die Hitze war erstickend, das Réaumursche Thermometer stieg plötzlich von 18° auf 27°. Bald öffneten sich die Wolken mit einem ungeheuren Lärmen, die Blitze blendeten unser Gesicht, und überall sah man die Strahlen in Schlangenlinien von blauer Farbe herabstürzen.

In diesem Augenblicke des Sturms wehte der Wind aus allen Punkten des Compasses*), und seine Heftigkeit nahm in dem Maafse zu, als die Unordnung und der Wechsel in der Richtung bedeutender wurde. Jedesmal wenn ein Strom *grofstropfigen* Regens herabgefallen war, hofften wir das Ende des Gewitters, aber plötzlich kam aus dem Schoofse einer *höher belegenen* Wolke, die bei weitem schwärzer war, als alle übrigen, ein reichlicher Hagel herab, merkwürdiger durch die Form seiner Körner, als durch ihre Gröfse. Einige der bedeutendsten wogen 3 Decagrammen (1 Unze) und jedes von ihnen hatte statt der mehr oder weniger kuglichen Form, wie sie in unseren Climaten gewöhnlich ist, eine längliche Figur von unregelmäfsig prismatischer Form.« Auch Collins (*account of new-south-wales, p.* 445.) erzählt von einem Hagel, der in Form breiter Eisstücke herabstürzte. Dafs diese Winde, für die es in der deutschen Schiffersprache gewifs einen Ausdruck giebt, der mir aber nicht bekannt ist, und welche die Franzosen *vents par bouffées, vents par rafales* nennen, zwischen den Tropen nicht wehen, ist, da sie den Hagel begünstigen müssen, wie man weiter unten sehen wird, gewifs mit eine Ursache der Seltenheit des Hagels in den Aequatorialgegenden. Al. v. Humboldt (über die Hauptursachen der Temperaturverschiedenheit auf unserem Erdkörper, Berlin 1827, S. 17.) sagt: »Unter dem Palmenclima führt ein schwacher Ostwind immerdar gleicherwärmte Luftschichten herbei. Das Barometer zeigt, wie der Gang der Magnetnadel, die Stunden des Tages an. Erderschütterungen, Stürme und Donnerwetter stören die kleine, aber periodische Ebbe und Fluth des Luftmeeres nicht. Die veränderte Abweichung der Sonne, die dadurch in ihrer Stärke

*) Diefs ist häufig bei starken Stürmen der Fall, Vergl. Krusenstern's Reise, Bd. I. p. 254. v. Langsdorf, Bemerkungen auf einer Reise um die Welt, Bd. I. S. 188. Gilb. Annalen, Bd. XXXI. S. 432. Bd. XXIX. S. 179.

modificirten oberen Luftströme vom Aequator gegen die Pole, bestimmen den Anfang der Regenzeit und die elektrischen Explosionen, welche beide zu regelmäfsigen Epochen eintreten. Nach der Richtung des Wolkenzuges kann der Reisende sich fast wie nach der Magnetnadel orientiren, und in der trocknen Jahreszeit würde in vielen Gegenden der Tropenwelt die Erscheinung eines Gewölkes am dunkelblauen Himmel die Bewohner eben so in Erstaunen setzen, als uns der Fall eines Aërolithen oder des rothen Polarschnees, als den Peruaner das Krachen des Donners oder als alle Bewohner tropischer Ebenen ein Hagelwetter.«

Der Hagel ist offenbar ein locales Phänomen, wie schon du Carla und Leop. v. Buch bemerkt haben. Beleg dafür sey Middelburgh. Im Jahre 1783 fiel daselbst 24 Mal Hagel, wovon 14 Mal in den drei ersten Monaten des Jahres, 7 Mal im November, 4 Mal in den acht Monaten. Im Jahre 1784 22 Mal, wovon in den vier ersten Monaten 13 Mal, im November und December 7 Mal. In den fünf letzten Monaten des Jahres 1782 fiel ebendaselbst 15 Mal Hagel. Man sieht auch noch aus diesem Beispiele, welches ich gerade aus dieser Ursache gewählt habe, dafs $\frac{9}{10}$ der zu Middelburgh beobachteten Hagelfälle auf die Wintermonate kommen.

Was die Höhe der Hagelwolken anbetrifft, so ist diese gemeiniglich sehr niedrig, wie diefs Arago aus dem Zeitintervalle erwiesen hat, welches zwischen Blitz und Donner bei ihrer Entladung verfliefst. Indessen ist diefs nicht immer der Fall. Bei der oben angeführten Beobachtung Péron's war die Hagelwolke höher, als alle übrigen. Al. v. Humboldt (*Récueil d'observations astronomiques, Vol. I. p.* 304.) beobachtete ein ungeheures Hagelwetter auf dem Vulcano da Puracé in 4433^m,2 Höhe (Therm. in freier Luft 5° C. am Barometer 7°. Barom. 200''',3. Beobachtungszeit 23^U), während zwischen den Tropen die untere Wolkengränze in der Nähe des Mee-

res (bei Xalapa in 19° n. Br.) 1300^m beträgt. (Alex. v. Humboldt, *Essai politique sur le royaume de la nouvelle Espagne, ed. en 4. T. I. p. 40.*). So fiel auf dem Paramo de Guancas in Südamerica Hagel (Schweigger's Journ. Bd. XLIV. S. 106.). Ich sehe keinen Grund davon ab, weshalb man die Hagelwolken von dem Cumulus trennen sollte. Ueber die wahre Höhe der Wolken, wenigstens über die Erhebung der unteren Gränze der einzelnen Wolkengattungen über das Meeresniveau in verschiedenen Climaten fehlt es noch durchaus an Beobachtungen. Gay-Lussac und Biot fanden sie bei ihrer aërostatischen Fahrt mitten im Sommer über Paris etwa in 600 Toisen Höhe. Diefs stimmt ziemlich mit Humboldt's Beobachtung überein. Crosthwaite in Keswick im nördlichsten Theile von England beobachtete unter 5381 Wolken nur 2100, welche eine Höhe über 3150' hatten (s. Dalton, *Meteorological observations and essays, p. 39.*). Vergleichen wir diese drei Angaben mit einander, so läfst sich im Allgemeinen der Satz daraus abstrahiren, der wohl der einfachste ist, welcher sich in dieser Beziehung aufstellen lassen kann, dafs die untere Grenze des Cumulus (wie diefs zu verstehen sey, darüber vergleiche man v. Humboldt, *Voyage aux rég. équin. T. VIII. p. 320.*) desto höher liegt, je weiter man sich dem Aequator nähert und der Elasticität und Intensität des aufsteigenden Luftstroms proportional ist. Diefs möchte zugleich eine Erklärung über die Suspension der Wolken geben, welche zu so mannigfachen Hypothesen Anlafs gegeben hat (s. Gay-Lussac und Fresnel in den *Annal. de chim. et de phys. T. XXI.*).

Hagel ist ein gewöhnlicher Begleiter der Wasserhosen:

»*Pendant la durée des trombes, nous avions de tems à l'autre de pétites bouffées de vents de tous les points du compas et quelques légères ondées de pluie, qui tombaient en larges gouttes. A mésure,*

que les nuages] s'approchaient de nous, la mer était plus couverte de petites vagues brisées, accompagnées quelquefois de la grêle.«

Cook, *Second voyage à l'hémisphère austral. Paris* 1778, 4. *T. I. p.* 218.

Vergl. Forster, *Observations, p.* 100. Auch Michaud (Gilb. Ann. Bd. VII. S. 54.) beobachtete zu Nizza Hagel bei einer Wasserhose. Bei seiner Beobachtung fand der merkwürdige Umstand statt, daſs, obgleich die Körner von der Gröſse einer Flintenkugel waren und in wenig Minuten 4″ hoch fielen, sie doch den Bäumen nicht den geringsten Schaden thaten. Sie bestanden nämlich im Grunde aus weiter nichts, als aus groſsen Schneeflocken, die vom Winde während des Falles zusammengeballt waren und weder das Gewicht noch die Härte des Hagels besaſsen. Michaud öffnete einige Körner und fand, daſs sie aus einer dünnen, aber dichten Schaale bestanden, in der beinahe nichts, als einige Strahlen zu sehen waren, die von dem Mittelpunkte nach dem Umfange gingen. Sie waren in so geringem Grade gefroren, daſs sie schmolzen, sobald sie den Boden berührten, und auch das Schmelzen eines vorher gefallenen Schnees, welcher einen sehr geringen Temperaturgrad besessen haben muſste, beförderten. War dieſs Schnee, kann man wohl mit Recht fragen, oder Hagel? Einige andere Beispiele hat Noggerath zusammengestellt (Schweigger's Journal, Bd. LVI. S. 383.).

Nach diesen durch die Erfahrung festgestellten und, wie ich glaube, hinlänglich begründeten Thatsachen gehe ich zu den einzelnen Theorien über, die wir bis jetzt davon besitzen.

Die frühesten Untersuchungen über den Hagel hatten zum Zweck, in den höheren Regionen der Atmosphäre eine Schicht nachzuweisen, wo sich eine so geringe Temperatur befindet, daſs wenn ein Niederschlag durch Vermischung zweier Luftschichten von ungleicher Tempera-

tur erfolgte, dieser nothwendiger Weise gefrieren mufste. Aber diese Schicht hat eine zu bedeutende Höhe über dem Meeresniveau, als dafs hier die Hagelbildung erfolgen könnte. Nimmt man nämlich die Wärmeabnahme für 1° R. nach folgenden Angaben im Mittel:

Beobachter.		
Al. v. Humboldt	122',6	*Recueil d'observ. astron. T. I. p.* 129. *Voyage, Part. IV.*
- -	124,6	Gilb. Ann. XXIV. S. 29.
Gay-Lussac	111,5	*Annales de chim. LII. Journ. de phys. LXXI. p.* 35. *Journ. d. mines. XXIV. p.* 22.
H. B. v. Saussure	112	*Voyage les Alpes, III. p.* 244.
d'Aubuisson	103	*Geologie, T. I. p.* 428.
Mittel	114',5	

so erhält man eine Höhe der Hagelwolken bei einer Temperatur von +15° R., wo doch nicht selten Hagel fällt, von 13167', die die Unstatthaftigkeit dieser Hypothese sogleich nachweist, ohne dafs es weiterer Einwürfe bedürfte. Es ist zwar denkbar, dafs kalte Winde, welche wegen der aufserordentlich geringen Wärmeleitung der Luft ihre niedrige Temperatur beibehalten hätten, von nördlichen Gegenden herwehten und auf diese Weise den Hagel hervorbrächten, aber theils erklärte auch diese Annahme keinen Hagel bei 20° R., wo er doch ebenfalls vorkommt, theils kommt Hagel bei allen Winden, selbst Südwinden vor. Ueberdiefs ziehen Hagelwolken gemeiniglich sehr niedrig, wie schon oben bemerkt worden ist.

Nach dieser Erklärung des Hagels kann man auf eine zweite, welche namentlich denjenigen Physikern angehört, welche alle Erscheinungen der Atmosphäre als *Wirkungen* der Elektricität darstellten. Sie glaubten, dafs die in den *Wolken angehäufte* Elektricität die Verdunstung der niedergeschlagenen Wassermassen befördere,

Kälte hervorbringe und so das Gefrieren der Regentropfen bewerkstellige. Aber schon van Marum (Gilb. Ann. Bd. I. S. 121.) und später Erman (Gilb. Ann. Bd. XL. S. 419. Abhandl. der Berl. Acad. 1814—1815, phys. Kl. S. 151.) und Muncke (Gehler's physik. Wörterbuch, neue Ausg. Bd. III. S. 289.) haben überzeugend gegen Cavallo (Versuche über Theorie und Anwendung der medicinischen Elektricität, §. 65., 2. Uebers.) und Hermbstädt (Gehlen's neues allg. Journ. der Chemie, Bd. II. S. 339.; Gilb. Ann. Bd. VII. S. 506.) dargethan, dafs Elektricität durchaus keine Wirkung auf die Quantität und Geschwindigkeit der Verdunstung äufsert, dafs nicht elektrisirtes Wasser eben so wie elektrisirtes Dunst in gleicher Quantität und von gleicher Expansivkraft unter übrigens gleichen Umständen erzeugt. Ferner haben Saussure, de Luc u. a. gezeigt, und namentlich hat in dieser Beziehung Reimarus viel geleistet, dafs Wolken keine Magazine von Elektricität sind, worauf ich weiter unten zurückkommen werde.

Eine dritte Theorie hat Volta aufgestellt (s. Arago, *Annuaire du bureau des longitudes* 1828, *p:* 100. folg., und daraus unter andern in Poggendorff's Annalen, Bd. XIII. S. 344.). Er glaubt nämlich, dafs die Sonnenwärme eine Verdunstung der sogenannten *vapeurs vésiculaires* (Dunstkügelchen, Dunstblasen), aus welchen die Wolke besteht, oder wenigstens der Oberfläche des sie umgebenden Häutchens bedinge, und auf diese Weise den zur Bildung des Hagels erforderlichen Kältegrad hervorbringe. Die Vergröfserung der Hagelkörner entsteht nach ihm durch Oscillation derselben zwischen zwei elektrischen Wolkenschichten und hierdurch bedingtes längeres Verweilen in der oberen Luft, wo durch ein Anziehen der Dünste und allmähliges Anwachsen des Kernes möglich gemacht wird. Diese Theorie, welche noch jetzt sehr viele Anhänger, namentlich in Frankreich findet, bedarf einer etwas ausführlicheren Widerlegung. Es fallen

nicht selten Hagelkörner von 3 bis 4″ Durchm., um gröfserer Massen, deren hier und da Erwähnung geschieht, nicht zu gedenken (*Philosophical transact. abridged, Vol. IV. p.* 172.; Gilbert's Ann. Bd. XLVI. S. 75., *si fabula vera est!* Lampadius, *Atmosphärologie*, §. 241.). Diese Massen sollen sich durch Verdunstung des Häutchens der blasenförmigen Dünste bilden, deren Dicke doch, nach Kratzenstein, nur 0″,000002 beträgt, während der Durchmesser des ganzen Bläschens, nach Saussure (*Essais sur l'Hygrométrie*, §. 202. *p.* 288. *ed.* 8.), nur 0″,00036, und nach Fraunhofer's Theorie der Höfe gröfserer Art nur zwischen 0″,00194 und 0″,00052 (siehe Schumacher's astron. Abhandl. Heft 3. S. 62. folg.) Gröfse besitzt. Gesetzt nun, es könnte sich durch den von Volta angegebenen Prozefs ein noch so geringer fester Kern bilden, wie lange soll die Oscillation dauern, damit das Korn nur zu 1″ Durchmesser anschwelle? Ferner läfst sich nicht begreifen, wie Sonnenstrahlen oder eine andere Wärmequelle die Verdunstung einer Flüssigkeit determiniren könnten, ohne eine Erwärmung hervorzubringen, welche die durch Verdunstung bedingte Temperaturverminderung ersetzte. Bellani bedeckte zwei Thermometerkugeln mit nasser Leinewand und setzte sie der freien Luft aus, und zwar das eine im Schatten, das andere im Sonnenlichte. Hierauf bemerkte er wohl an der das letztere Thermometer bedeckenden feuchten Leinewand eine stärkere Verdunstung, als an der anderen, aber der Stand der Quecksilbersäule zeigte an derselben eine höhere Temperatur an. Nach Volta's Meinung ist das Sonnenlicht zur Bildung des Hagels unumgänglich nothwendig; aber wie kann dann nach Sonnenuntergang, oder des Nachts, oder gar kurz vor Sonnenaufgang Hagel fallen? Hier müfsten die Hagelkörner, besonders wenn der Hagel vor Sonnenaufgang herabfällt, sich 10 bis 12 Stunden oscillirend in der Luft erhalten haben. Wie bei der oben angeführten Beobachtung

Bellani's, bei der noch der bemerkenswerthe, durchaus gegen Volta's Theorie, sprechende Umstand obwaltete, daſs sich am Abend zuvor gar keine Spur von Wolken am Himmel gezeigt hatte. Was nun ferner die von Volta angenommene Oscillation betrifft, gegen die sich schon früher Prechtl (Gehlen's Journ. Bd. VII. S. 223.) erklärte, so ist sie erstlich eine reine Hypothese, und von Niemand beobachtet worden, wie es doch wohl hätte geschehen müssen, da so Mancher auf Bergen in Hagelwolken verweilt hat; ferner ist sie bloſs auf Analogie des elektrischen Tanzes gegründet, wo zwei Körper zwischen zwei entgegengesetzt elektrischen Platten hin und her geworfen werden. Volta muſs also zwei Wolkenschichten annehmen, zwischen denen sich die Hagelkörner oscillirend erhalten; aber diese können keine solche Oscillation hervorbringen, da Bellani nachgewiesen hat, daſs, so wie die eine der beiden Platten durch eine Flüssigkeit ersetzt wird, die elektrische Oscillation aufhört. Ja es läſst sich zeigen, daſs Volta's Theorie auf einer durchaus falschen Ansicht von der Luftelektricität beruhe. Wolken sind Niederschlag der in der Atmosphäre zuvor vorhandenen Wasserdünste, und eben erst durch diesen Niederschlag und das dadurch bedingte Freiwerden von vorher, wenn ich mich so ausdrücken darf, latenter Elektricität werden sie elektrisch, und erregen auf der ihnen gegenüberliegenden Erdoberfläche die entgegengesetzte elektrische Spannung. Es muſs also bald ein Durchbruch durch die Luft erfolgen, der, sobald er geschehen ist, die beiden zuvor elektrischen Flächen in vollkommenen Neutralisationszustand versetzt, der erst dann wieder aufhört, wenn die Wolke neue Elektricität durch neuen Niederschlag erhält. In diesen Intervallen müſste nun der Hagel nothwendigerweise herabfallen. Dieſs geschieht aber nach Volta's Theorie nicht, denn wenn ein Hagel vor Sonnenaufgang fällt, so muſs er schon, nach Volta, am Tage vorher, als noch die Sonne über dem Horizonte

stand, erzeugt worden seyn, sich also die ganze Nacht hindurch in der Atmosphäre oscillirend erhalten haben, also die elektrische Ladung der Wolke permanent seyn, ohne daſs ein Durchbruch erfolgen muſste. Alles dieſs genügte wohl, die Ansicht Volta's zu verwerfen. Was gegen seine Theorie erinnert worden ist, gilt auch Theilweise gegen die von Gay-Lussac (Humboldt, *Voyage aux régions équinox. T. VI. p.* 352.) aufgestellte. Als er nämlich mit Biot zum ersten Male sich im Luftballon erhob, um physikalische Beobachtungen, namentlich über die Constitution unserer Atmosphäre anzustellen, beobachtete er, daſs die Wolken an der oberen Seite eine fast vollkommene Fläche bildeten (Gilb. Annalen, Bd. XX. S. 8.), die einer beschneiten Ebene glich, wie dieſs an der unteren Seite beim Cumulus (Brandes, Beiträge zur Witterungskunde, S. 319.) sehr häufig der Fall ist. Diese Oberfläche nun soll durch Wärmestrahlung den zur Hagelbildung erforderlichen Kältegrad hervorbringen, gleich wie in Bengalen durch dieses Mittel bei Temperaturen, die den Gefrierpunkt häufig um 8° R. und mehr übersteigen, Eis gebildet wird. Man vergleiche Rob. Barker, *Philos. transact. LXV.* William's *Phil. transact.* 1793. *p.* 56. 129. Wells, Ueber den Thau, übers. von Horner, S. 84—95. Gilb. Annal. Bd. III. S. 232. Es müſste aber in diesem Falle Hagel unter den Tropen am häufigsten vorkommen, was doch keineswegs der Fall ist. Denn zwischen den Tropen ist die Wärmestrahlung am stärksten, wie man aus den durch sie hervorgebrachten Wirkungen sieht; vergl. Al. v. Humboldt, *Voyage aux rég. éq. T. VII. p.* 32. u. a. a. O. Rumford, *Philos. Transact. for year.* 1804, *p.* 182. Der Wärmestrahlung allein ist sicherlich der Tod des Dr. Oudney zuzuschreiben, welcher in der lybischen Wüste bei Murzuk in Fessan vor *Kälte* gestorben ist (s. Al. v. Humboldt, Ueber die Wärmevertheilung auf unseren Erdkörper, S. 9.).

Leopold v. Buch's Theorie (Abhandl. der Berliner Academie phys. Kl. 1814—1815, S. 73. folg.) gründet sich auf das Princip des aufsteigenden Luftstroms. An Tagen, wo der Boden und die unteren Luftschichten bedeutend viel Wärme absorbiren, werden letztere, theils unmittelbar durch diese Wärmeverschluckung, welche eine Folge von Lichtexstinction ist *), theils durch die Wärmestrahlung des Erdbodens, theils durch Mittheilung erwärmt, und bilden auf diese Weise einen aufsteigenden Luftstrom, welcher die mehr oder weniger mit Feuchtigkeit gesättigte Luft bis zu einer beträchtlichen Höhe führt, in welcher sie sich mit der umgebenden Luft in Gleichgewicht zu setzen vermag. Hier nun wird, und vielleicht schon früher, in den niederen Regionen eine Quantität des in Dunstgestalt vorhandenen Wassers niedergeschlagen, welche in Tropfen herabstürzt, die, indem sie durch wärmere Luftschichten hindurchfallen, verdunsten, gefrieren, neuen Dunst anziehen und condensiren, wieder gefrieren und so das Hagelkorn, einen halb aus Eis, halb aus Schnee bestehenden kleinen Gletscher bilden.

Bei Prüfung dieser Theorie, der sich manche Schwiérigkeiten entgegenstellen lassen, die aber alle, wie wir weiter unten sehen werden, genügend gehoben werden können, ist wohl die erste Frage die: bei welchen Temperaturgraden kann durch Verdunstung eine Kälte hervorgebracht werden, welche die Verdunstung des Wassers bewerkstelligt. Antwort auf dieselbe geben **Gay-Lussac's** Versuche über die Verdunstungskälte (*Annal. de chim. et de phys. T. XXI. p.* 85. folg.), die ich in einem etwas weitläuftigeren Auszuge und da, wo es angeht, mit seinen eigenen Worten vortragen will, da, so viel ich weifs, sie durch deutsche Zeitschriften noch nicht bekannt gemacht worden und auch in den Abhandlungen des Dr. **August** über das Psychrometer, welche auf den

*) Vielleicht spräche man besser von Lichtreflexion.

aus ihnen gezogenen Resultaten beruhen, nur kurz berührt worden sind.

Wenn eine Wasseroberfläche in einem mit absolut trockenem Gase gefüllten Raume verdunstet, so wird dieser Prozefs offenbar aus zwei Ursachen verzögert, nämlich durch den Druck des Gases auf die Flüssigkeit und durch den Umstand, dafs die Verdunstung nur so lange fortgehen kann, bis sich die Temperatur der umgebenden Luft mit der des entstehenden Dunstes und der Oberfläche der verdunstenden Flüssigkeit in's Gleichgewicht gesetzt hat. Was die erste Ursache anbetrifft, so würde, wenn diefs Gas sich in vollkommenem Ruhezustande befände, gar keine Verdunstung stattfinden, und die Dichtigkeit desselben bei gleichem Drucke der des Dunstes gleich wäre. Setzt man die Temperatur constant, so würde sie ungefähr der Geschwindigkeit des Gases proportional zunehmen, bis dafs diese Geschwindigkeit derjenigen gleich wird, welche der Dunst im luftleeren Raume einnimmt. Ist nun die Verdunstungskälte sehr gering, so kann die Erwärmung, die durch die umgebenden Körper bewirkt wird, schneller vor sich gehen, als die Verdunstungskälte eintritt. Indefs ist es nicht nothwendig, dafs die Erneuerung des Gases auf der verdunstenden Oberfläche sehr schnell geschehe, diejenige, welche durch den Unterschied der Dichtigkeiten des warmen und des durch die Verdunstung abgekühlten Gases entsteht, reicht hin, wenn die Erkältung wenig beträchtlich ist. Die Flüssigkeit verdunstet ferner blofs durch Hülfe des Gases, welches ihre Oberfläche bestreift; sie kann sich mithin nicht in demselben Grade, wie im luftleeren Raume abkühlen und bei einer gegebenen anfänglichen Temperatur erreicht die Kälte ihr Maximum, wenn die durch den Dunst absorbirte Wärme derjenigen gleich ist, welche das Gas verliert, um sich mit ihm in Gleichgewicht der Temperatur und des Drucks zu setzen, + derjenigen, welche der verdunstenden Oberfläche durch die umgebenden Kör-

per zugeführt wird. Da aber die Quantität der letzteren, wenn die Verdunstungskälte nur einige Grad beträgt, sehr gering ist in Vergleich mit der anderen, so kann sie in diesem Falle vernachlässigt werden. Leider kennt man nicht genau die Quantität der gebundenen Wärme für Dunst der einzelnen Flüssigkeiten, das Gesetz, welches die Expansivkräfte bei verschiedenen Temperaturen und Dichtigkeiten befolgen, die Wärmecapacität der Luft; sonst würde es bei gegebener Temperatur, Dichtigkeit und gegebenem Drucke ein Leichtes seyn, die Verdunstungskälte für jeden einzelnen Fall zu berechnen. Bezeichnen wir diese Temperatur mit t', nennen wir ferner l die gebundene Wärme des Dunstes, ausgedrückt in Graden des Thermometers, um welche sie die Temperatur einer gleichen Gewichtsmasse der Flüssigkeit erhöhen würde; $\varphi(t')$ die Expansivkraft desselben bei der Temperatur t', δ das Verhältnifs seiner Dichtigkeit zu der der Luft, letztere $=1$ gesetzt, t die bestehende Lufttemperatur, c ihre Wärmecapacität in Bezug auf die der Flüssigkeit, letztere als Einheit angenommen, und p ihren Druck, so erhält man:

$$\varphi(t')\delta l = [p - \varphi(t')](t - t')c.$$

Um diese Formel auf den speciellen Fall anzuwenden, wo Wasser die verdunstende Flüssigkeit ist, setzte Gay-Lussac nach seinen und Welter's Versuchen $l=550°$ *), $\delta=\frac{5}{8}$, $c=0{,}2669$, und nach Laplace **)

$$\varphi(t') = 0^{\mathrm{m}},76(10)^{t' \,.\, 0{,}0154547 - t'^2 \,.\, 0{,}0000625826}$$

*) Nach Rumford ist $l=567°$, nach Clement und Desormes $=550°$, nach Despretz $=531°$, nach seinen späteren Versuchen $=540°$ (s. Despretz *Traité élém. de phys.* 2. *ed. Par.* 1827, *p.* 114.). Der Werth von c ist nach den Versuchen von Laroche und Bérard. *Id.*

**) S. *Mécanique céleste*, *T. IV. p.* 273. Der Satz soll gelten von $t'=-\infty$ *bis* $t'=60°$ C. Soldner (s. Gilb. Ann. Bd. XVII. S. 79. Bd. XXV. S. 429.) sprach den Satz für das Gesetz, welches die Expansivkräfte des Wasserdunstes befolgen, folgender-

Gay-Lussac hat nun, um die Theorie mit der Erfahrung zu vergleichen, auf directem Wege die Temperaturerniedrigung zu bestimmen versucht, welche ein trockner Luftstrom auf ein Quecksilberthermometer hervorbringt, dessen Kugel mit nasser Leinwand bedeckt ist. Die Luft entwich bei bestimmtem Drucke aus einem Gazometer, ging durch eine mit Chlorcalcium angefüllte Röhre, dann durch eine andere, in welcher sich ein Thermometer befand, welches ihre Temperatur angab, und gelangte so zu dem angefeuchteten Thermometer, das sie von allen Seiten umgab: alsdann verbreitete sie sich frei in der Atmosphäre, ohne eine Veränderung des Drucks zu erleiden. Um das Thermometer schneller stationär zu machen, bediente sich Gay-Lussac des Mittels, dafs

mafsen aus: „Wenn irgend eine Flüssigkeit unter dem Druck der Atmosphäre $=p$ kocht, so habe sie bei dieser Temperatur eine Expansivkraft p, und in trockner Luft eine Verdunstung V, welches durch Versuche gefunden werden mufs. Wenn dann bei einer anderen Temperatur, die um u Grade über der vorigen ist (wenn darunter, wird u negativ), die Expansivkraft e und die Verdunstung v heifst, so findet immer die Gleichung statt:

$$\frac{e}{p} = \frac{v}{V} = (1{,}3802 - 0{,}00253\,u)^{0{,}1365\,u}$$

Dieser Satz gilt für das Réaumur'sche Thermometer. In Soldner's Zeichen ausgedrückt, lautet Laplace's Formel, die, beiläufig bemerkt, schon bei 130° eine Differenz zwischen dem Resultate und dem Dalton'schen durch Versuche gefundenen Werth von +18° giebt, folgendermafsen:

$$\log.\frac{e}{p} = u\,.\,0{,}0193184 - u^2\,.\,0{,}0000977853.$$

Yvory (Baumgartner's und v. Ettingh. Zeitschr. Bd. III. S. 480.) hat aus Ure's Versuchen, welche mit den Dalton'schen sehr nahe übereinstimmen, nachstehende Formel hergeleitet:

$$\log.\frac{e}{p} = 0{,}0087466\,t^2 - 0{,}000015178\,t^3 + 0{,}000000024825\,t^4$$

wo t die Entfernung der Temperatur vom Siedpunkte in Graden Fahrenheit ausdrückt. Diefs zur Vergleichung mit den von August gefundenen Resultaten (diese Ann. Bd. XIII. S. 131.).

Id.

: es ungefähr bis zu dem Punkte abkühlte, bis zu welıem es sinken mufste, und trug es alsdann bis an die telle des Apparats, welche es einnehmen sollte. So nd er denn folgende Resultate:

Temperatur er trocknen ıft bei einem Drucke von $0^m,76$.	Verdunstungskälte.		Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung.	Berechnete Verdunstungskälte, wenn die Temp. der trocknen Luft unter 0° war, entsprechend der ersten Columne, wo die Temp. + waren.
	beobacht.	berechnet		
0°	5°,82	5°,85	0°,03	5°,85
1	6 ,09	6 ,25	0 ,16	5 ,61
2	6 ,37	6 ,55	0 ,18	5 ,37
3	6 ,66	6 ,85	0 ,19	5 ,13
4	6 ,96	7 ,15	0 ,19	4 ,89
5	7 ,27	7 ,45	0 ,18	4 ,65
6	7 ,59	7 ,80	0 ,21	4 ,43
7	7 ,92	8 ,15	0 ,23	4 ,21
8	8 ,26	8 ,45	0 ,19	3 ,99
9	8 ,61	8 ,75	0 ,14	3 ,77
10	8 ,97	9 ,15	0 ,18	3 ,55
11	9 ,37	9 ,65	0 ,28	3 ,37
12	9 ,70	10 ,05	0 ,35	3 ,19
13	10 ,07	10 ,45	0 ,38	3 ,01
14	10 ,44	10 ,75	0 ,31	2 ,93
15	10 ,82	11 ,15	0 ,33	2 ,65
16	11 ,20	11 ,65	0 ,45	2 ,51
17	11 ,58	12 ,05	0 ,47	2 ,37
18	11 ,96	12 ,45	0 ,49	2 ,23
19	12 ,34	12 ,95	0 ,61	2 ,09
20	12 ,73	13 ,35	0 ,62	1 ,95
21	13 ,12	13 ,85	0 ,73	1 ,85
22	13 ,51	14 ,25	0 ,74	1 ,75
23	13 ,90	14 ,65	0 ,75	1 ,65
24	14 ,30	15 ,25	0 ,95	1 ,55
25	14 ,70	15 .75	0 ,05	1 ,45

Diefs galt für trockene Luft; nimmt man sie dageen bei ihrem gewöhnlichen hygrometrischen Zustande, o kann die Verdunstungskälte nicht so bedeutend seyn,

und sie wird Null für den Fall, wo die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist.

Hieraus sieht man denn unmittelbar, dafs durch Verdunstung kein Hagel in der Wolkenregion selbst erzeugt werden könne, es sey denn, dafs ein *vent par rafales successive* wärmere Luftschichten durch kältere hindurchtriebe oder umgekehrt. Es vermischen sich nämlich zwei Luftmassen A und nA; ihre Temperaturen seyen t und t', die Expansivkräfte der in ihnen enthaltenen Dunstquantitäten e, e', so erfolgt ein Niederschlag, nach Hutton's Theorie, wenn $\frac{1}{1+n}(e+ne')$ gröfser als das Maximum der Expansivkraft des Dunstes für die Temperatur $\frac{1}{n+1}(t+nt')$ ist. Der zurückbleibende Dunst aber hat eine Expansivkraft gleich dem dieser Temperatur zukommenden Maximum. Al. v. Humboldt (*Voyage aux rég. éq. T. VI. p.* 352.) nimmt an, dafs sich der Hagel schon in der Wolke gebildet vorfände, und führt als Hauptgrund dafür an, dafs man oft das Zusammenschlagen der Hagelkörner in horizontal fortschreitenden Wolken höre. Diefs Geräusch, welches, wie Arago erzählt, besonders in der Lombardei wahrgenommen werden soll, ist sicherlich mit dem problematischen Tone, den viele Beobachter bei Erscheinung des Nordlichtes gehört haben wollen, in eine Kategorie zu stellen. Sollte sich indefs diese Erfahrung bestätigen, was ich nicht glaube *), so bieten die *vents par rafales* eine genügende Erklärung dar.

Aus

*) Eine hieher gehörige Beobachtung von Mories (*Second journas through Persia, London* 1818, 4. *p.* 309—310.) hat Kämtz in Schweigg. Journ. Bd. LVI. p. 393. mitgetheilt: „Die ganze Gegend um Nazik, südlich von Araxes, hatte seit 40 Tagen keinen Regen gehabt, aber am Tage unserer Ankunft war hier ein starkes Gewitter; dabei regnete es die ganze Nacht hindurch so stark, dafs unsere Zelte ganz durchgeweicht wurden, und wir uns genöthigt sahen, den folgenden Tag (5. Novbr.) noch in Nazik zu bleiben. Am Abende zeigte sich eine höchst merkwürdige Erscheinung. Der Himmel war mit Gewitterwolken

Aus Gay-Lussac's Versuchen folgt, daſs durch Verdunstung kein Hagel bei einer Temperatur über +8° C. erzeugt werden könne, die Luft als absolut trocken vorausgesetzt. Dieſs findet aber in der Atmosphäre wohl nie statt, obgleich Muncke (Gehler's phys. Wörterb. neue Ausg. Bd. I. S. 467.) sagt, daſs der Sättigungsgrad der Atmosphäre mit Wasserdunst vom Maximo der Dichtigkeit, wodurch alle Körper feucht werden, bis zur völligen Trockenheit gehe, wobei selbst zerstoſsenes Weinsteinsalz und salzsaurer Kalk, ihrer groſsen Affinität zum Wasser ungeachtet, trocken werden. Da aber die Atmosphäre nur selten mit Wasserdunst gesättigt ist, so wird stets eine Verdunstung statt finden *können*, die bei dem gewöhnlichen hygroskopischen Zustande der Atmosphäre und einer Temperatur 4—5° C. bis zum Gefrieren der Regentropfen gehen kann. Man sieht hieraus, daſs die Regentropfen recht wohl den von Leop. v. Buch angegebenen Prozeſs erleiden, und daſs seine Theorie gewiſs die richtige ist, sobald sie folgende Restriction erleidet: die Hagelbildung geht in den höheren unmittelbar unter der Wolke belegenen Schichten beim Durchfallen der Tropfen durch dieselbe vor sich, nicht durch die ganze verticale

überzogen, und wir erwarteten einen Regenschauer, als ein schreckliches Geräusch gehört wurde, ähnlich demjenigen, welches eine groſse, schnell fortrauschende Wassermasse macht. Jedermann im Lager eilte nach der Stelle, von welcher das Geräusch kam, in der Erwartung, daſs ein schneller Strom durch das Bette eines in der Nähe des Lagers liegenden Baches flieſsen würde. Hier angekommen, sahen wir kein Wasser. Aber immer gröſser wurde das Geräusch, und da es sich uns näherte, so wurden wir unruhig. Ein jeder erwartete einen Orcan oder ein Erdbeben; endlich zeigten uns einige sehr groſse Hagelkörner, welche fast die Gröſse von Taubeneiern hatten, daſs die Quelle dieses Geräusches über uns war; als wir nun in die Höhe sahen, entdeckten wir zwei heftige Luftströme, welche die Wolken nach verschiedenen Seiten trieben, deren Zusammentreffen das uns vorher unerklärliche Geräusch hervorbrachte." Dieſs Alles beweist weiter nichts, als daſs die Hagelkörner bei ihrem Falle durch die Luft gegen einander getrieben werden.

Luftsäule bis zur Erdoberfläche. Vorzüglich günstige Bedingungen für die Entstehung des Hagels sind: groſse Trockenheit in diesen Schichten, kältere Luftströmungen, welche wärmere Luftsäulen in bedeutender Ausdehnung unterbrechen, ein *vent par rafales* u. s. w.

Ich hatte in meiner ersteren Abhandlung als Einwurf gegen Leop. v. Buch's Theorie die Seltenheit des Hagels in den Aequatorialgegenden geltend gemacht. Allerdings sollte, wenn man jene so eben angegebene Modification in der Theorie nicht anbringt, wodurch unmittelbar nachgewiesen wird, weshalb der Hagel in den angeführten Regionen so selten sey, man glauben, daſs die Differenz der Feuchtigkeitscapacitäten nirgends gröſser seyn könne als unter dem Aequator und in jenen wärmeren Tropengegenden, und daſs diese um so gröſser seyn müſste, wenn das Gesetz der Wärmeabnahme am Aequator ein anderes wäre, als in höheren Breiten, und namentlich, wenn die Abnahme schneller erfolgte, wie dieſs B. v. Lindenau (Monatl. Corresp. Bd. XVII. S. 25.) aus theoretischen Gründen wahrscheinlich gemacht hatte. Seine Deduction *a priori* war zwar von Al. v. Humboldt (*Récueil d'observ. astron. Vol. I. p.* 126.) angegriffen worden; aber, wie auch v. Lindenau schon bemerkt hatte, stimmt er selbst dafür, wenn er in der angeführten Abhandlung sagt: »*Nous prouverons plus bas, que le décroissement du calorique dans l'air est fonction de la température moyenne des plaines. En considérant le décroissement moyen de toute l'année, on le trouve aussi plus rapide dans la région équinoxiale que dans la Zone plus voisine du pole.*« Dichtigkeiten und Temperaturen stehen im umgekehrten Verhältnisse: die Temperatur nimmt vom Aequator nach dem Pole zu ab, die Dichtigkeiten in den unteren Schichten zu, und mit diesem Wachsthume ist unmittelbar die Zunahme der Lichtexstinction verbunden. Wärmeabnahme ist zugleich Function der unmittelbar durch die Atmosphäre hindurch-

gehenden Lichtstrahlen sowohl, als der vom Erdboden reflectirten; beides ist stärker am Pole, letzteres wegen gröfserer Ausdehnung der Ebenen. Da wo sich in den Tropengegenden grofse Plateaus auf den Gebirgen oder ausgedehnte Ebenen in niederen Höhen finden, wo also die Radiation des Bodens stärker ist, als in dichtbewachsenen Thälern oder auf kegelförmigen Bergspitzen, da ist auch, wie Al. v. Humboldt gezeigt hat, die Wärmeabnahme geringer (*Recueil d'observ. astr. I. p.* 132.) 258^{m},4 im Mittel der Temperaturen von Quito, Popayan, St. Fé de Bogota, Mexico, für 1° C. Schon Villar (*Voyages* de Saussure, §. 936.) bemerkte, dafs Pflanzen der Ebene da am höchsten sich an den Gebirgen aufwärts erheben, wo die Masse derselben am gröfsten ist. Humboldt selbst hat den Satz angenommen, dafs in einer gewissen Höhe unter allen Breitengraden eine gleiche Temperatur herrsche. Hierzu bestimmte ihn die Vergleichung der unter dem Aequator und von Gay-Lussac unter dem 45° N. Br. angestellten Beobachtungen (Gilb. Ann. Bd. XXIV. S. 37.). Es fanden nämlich

in einer Höhe von	Humboldt am Chimborazo	Gay-Lussac über Paris	
2440^{t}	+2°,5 R.	+5°,8	
2850	+2 ,3	+1 ,6	(+2°,0)
3012	−1 ,3	−2 ,0	(−1 ,2)

Die bei Gay-Lussac's Beobachtungen in Parenthese eingeschlossenen Zahlen stimmen besser mit Al. v. Humboldt's Angaben überein, und sind von Gilbert durch Correction der Höhe von Paris über dem Meeresniveau (20^{t}) aus Gay-Lussac's Beobachtungstabelle hergeleitet worden. So sehr aber diese gröfsere Wärmeabnahme für eine bedeutendere Differenz der Dunstcapacitäten spricht, so ist doch ein Umstand zu berücksichtigen, der, wenn auch die Verdunstung der Regentropfen bis zur Erdoberfläche hinabgehen könnte, die Sel-

tenheit des Hagels in den Aequatorialgegenden bedingen müfste, nämlich die geringe Differenz zwischen der wirklichen Expansivkraft des Dunstes und dem der Temperatur zukommenden Maximum. Dafs diefs der Fall sey, lehren Al. v. Humboldt's Hygrometerbeobachtungen, und zugleich eine Vergleichung der in unseren Breiten fallenden Regenmasse mit dem correspondirenden mittleren Hygrometerstande und der Quantität jährlichen Regens unter dem Aequator. In den gemäfsigten Climaten nämlich fallen bei einem mittleren Hygrometerstande von 60° Sauss. jährlich im Mittel 20—30″ Regen; in Paris im Durchschnitte nur 19—20″, in Leiden 28″,5 (Gilb. Ann. Bd. IV. S. 326.), in Carlsruhe, nach Böckmann (Gilb. Ann. Bd. XLI. S. 85.), 27″ 4‴, in Rom, nach Calandrelli, 29″,3 (Gilb. Ann. Bd. XXIV. S. 239.), in England, nach Dalton, 28″ 7‴ (Gilb. Ann. Bd. XV. S. 252.). Regengüsse, wie der von 1″ 1‴ in einer Stunde zu Montpellier, von 13″ 2‴ in 18 Stunden zu Viviers, von 17‴,$\frac{11}{12}$ in 30′ zu Genf (*Ann. de chim. et de phys. T. VIII. p.* 399. *Ephemer. societ. meteor. Palat. Vol. III.* 1783, *p.* 429. *Journal de phys. T. LX. p.* 391.) gehören bei uns zu den Ausnahmen, und eben so mittlere jährliche Regenmassen, wie die von Kendal 60″,5 (Gilb. Ann. Bd. XXV. S. 327. Humboldt, *Voyage aux rég. éq. T. IX. p.* 372.) von Bergen, nach Ahrentz, 70″,48 (*Nye Samling af Kiöbenhavn Videnske Solskaby Skrifter, Bind XI.* Gilb. Ann. XXV. S. 326.). Dagegen beträgt das hyetometrische Mittel in den Wäldern des Orinoco und Rio Negro nach Alexand. v. Humboldt (*Voyage aux rég. éq. T. VIII. p.* 399.) 90″—100″, in Bombay 72″—106″, in St. Domingo 113″ (Al. von Humboldt, a. a. O. T. IX. p. 372.), in St. Luis da Maranhão (Br. 2° 19′ s.) 23′ 4″ 9‴,7 engl. =260″ franz. In Cayenne fielen, nach Capt. Roussin, im Februar 151″ Regen (s. Arago, *Annuaire du bureau des longitudes*, 1824, *p.* 165.), in der Mission San Antonio de

Javita am Orinoco, wo es bisweilen 5 Monate regnet, ohne aufzuhören, binnen 5 Stunden, nach Humboldt's Beobachtung (s. a. a. O. T. VII. p. 306.) 21‴, und ein anderes Mal in 3 Stunden 14‴, in Bombay während der zwölf ersten Tage der Regenzeit 32″ engl. (*Edinburgh philos. Journ. T. VII. p.* 182.). Indessen herrscht in einigen Thälern des mittleren America's eine Trockenheit, welche bedeutender ist, als die in Genf und Paris beobachtete, und die man am wenigsten in diesen Tropengegenden erwarten sollte. Sie ist so bedeutend, dafs die Bäume ihrer Blätter beraubt werden. Al. v. Humboldt, (*Rél. histor. Vol. II. p.* 45.) giebt eine Reihe in dem Schatten der Thäler des Rio del Tuy und von Aragua angestellter hygrometrischer Beobachtungen. Das Mittel gab für den Monat Februar bei einer mittleren Temperatur von 24°,3 C. (das Minimum war 20°,0, das Maximum 28°,1) 35°—36° de Luc oder 70°,8—72° Sauss. In den Monaten, wo in Genf und Paris die mittlere Temperatur 18° erreicht, ist der Stand des Saussur'schen Hygrometers noch über 82°. Vergleiche *Rélat. histor. Vol. II. p.* 73. Zwar sagt Hutton sehr richtig (Gren's Journ. Bd. IV. p. 445.), dafs die Quantität des herabfallenden Regens nicht allein von der mittleren Temperatur, also von dem Maafse der Ausdünstungen, sondern auch von den Umständen, welche die Mischung zweier nahe mit Feuchtigkeit gesättigten Luftschichten von verschiedener Temperatur begünstigen, d. h. von den Winden abhänge (diefs sieht man namentlich bei den an der Westküste von Norwegen herrschenden Wintergewittern, bei denen Hagel sehr häufig ist, vergl. Gilb. Annal. Bd. XXIX. S. 179.), und dafs so die *isoombrischen* (*venia sit vocabulo*) Linien nicht mit den isothermen zusammenfielen, aber doch ist die Differenz der Ausdünstung und der jährlichen Regenmasse sehr gering, wie man aus der Beobachtung des Dr. Dobson zu Liverpool, der die mittlere jährliche Verdunstung vermittelst eines atmi-

dometrischen Verfahrens auf 36″,78 und die mittlere jährliche Regenquantität auf 37″,48 engl. ebendaselbst bestimmte (Gilb. Ann. Bd. XV. S. 264.), und den Datis in den Mannheimer Ephemeriden sieht. Uebrigens kam es hier auch nur darauf an, aus der mittleren jährlichen Regenmasse den mittleren Feuchtigkeitszustand herzuleiten, was nicht in Abrede gestellt werden kann.

Warum sollte es nicht Nachts hageln? Viele Reisende, welche die Küsten von Neuholland und van Diemens Land besuchten, haben in der Nacht daselbst Hagel beobachtet. Aber an den dürren Küsten findet am Tage eine starke Verdunstung bei einer Temperatur von 24° R. bis 25° statt, wodurch vermittelst des aufsteigenden Luftstroms eine ungeheure Quantität von Wasserdünsten, durch den unteren vom Meere herwehenden Luftstrom, den Seewind, herbeigetrieben, zu den höheren Regionen der Atmosphäre emporgehoben werden. Tritt nun Abends der Landwind ein, so wird die Atmosphäre ganz trocken, während aus den oberen Schichten eine unendliche Wassermasse herabstürzt (vergl. Péron, *Voyage aux terres australes, T. II. rédigé par* Freycinet, *p.* 210. folg.). Hier kann nun und mufs sogar Hagel erzeugt werden, denn trotz der ungeheuren, wegen der Wärmestrahlung noch weniger erträglichen, Tageswärme tritt nun eine sehr niedrige, fast kalte Nachttemperatur ein. Dentrecasteaux (*Voyage rédigé par* Rossel, *Vol. I. p.* 264.) beobachtete im Febr. 1793 am Tage 22° und 23° R., des Morgens um 6 Uhr stand das Thermometer gemeiniglich auf 10°, oft nur auf 6°. Vergl. la Billardière, *Voyage à la recherche de la* Pérouse, *T. II. p.* 27. Freycinet, *Voyage aux terres australes, p.* 50. Solchen Temperaturveränderungen können nur die von Bruce (*Voyage aux sources du Nil, Livr. VIII. ch.* 2.) in der Wüste von Chendi, wo am Tage das Therm. auf 116° Fahr., Nachts auf 42° stand, und von Macartney (*Voyage à la Chine,*

T. III. p. 256. franz. Uebers.) am Flusse Yung-Leang-Ho (6 U. M. 40° F., 2 U. M. 80° F. beobachteten an die Seite gestellt werden. Aehnliche Bedingungen für den nächtlichen Hagel hat ja schon Leop. v. Buch in seiner Abhandlung aufgestellt.

So erklärt sich denn nun auch, weshalb trotz dieser Verdunstung die Quantität des Regens in zwei in verschiedenen Höhen aufgestellten Ombrometern verschieden, und zwar in dem unteren gröfseren ist, als in dem oberen. Denn die der Erdoberfläche näheren Schichten der Atmosphäre sind hinreichend mit Feuchtigkeit gesättigt, um dafs noch ein Theil der vorhandenen Dünste, unter Mitwirkung der niedrigen Temperatur des Hagelkorns condensirt werden kann. So fiel bei Péron's Beobachtung sehr *grofstropfiger Regen*, bei Cook's *pluie en larges gouttes.* Bugge (*Nye Samling af Kiöbenhavn Vidensk. Selskabs Skrifter*, *Bind II. p.* 227.) fand:

1783	in 7 Monat.	im Garten	1250 *)	120 höher..	951
1784	- 12	- - -	2468	- -	2140
1785	- -	- - -	2804	- -	2274
1786	- -	- - -	2671	- -	1921
1787	- -	- - -	2985	- -	2193
1788	in 6 Monat.	- -	944	- -	650

So dafs auf eine Höhe von 120′ eine Zunahme von $\frac{3}{10}$ des Ganzen kommt. Heberden (*Philosoph. transact. Vol. LIX.. p.* 1.) sagt, dafs die Mengen des Wassers, welches nach Angabe der Hyetometer auf die Westminsterabtey in London, auf ein Haus ganz in der Nähe derselben und 15′,5 tiefer herabfiel, sich wie 3:8:10 verhielten. In Paris fällt im Hofe des Observatoriums $564^{mm},72$ auf der Terrasse 28^{m} höher $482^{mm},41$ Regen, also $\frac{13}{100}$ mehr auf 55′ (Bouvard, *Mémoire sur les observations météorologiques faites à l'observation royal de Paris, p.* 41. folg.). Schon diese schnelle Zunahme zeigt, dafs

*) In $\frac{1}{64}$ Theilen des Pariser Cubikzolls ausgedrückt.

sie nur in den untersten Schichten stattfinde, und es beweist also nichts gegen Leop. v. Buch's Theorie, wenn Lucas Howard (Gilb. Ann. XLI. S. 418.) in dem unteren Ombrometer wohl bisweilen nur eben so viel wie in dem oberen, aber nie weniger fand.

Leopold von Buch's Theorie ist also nach meiner, hier weitläuftig genug vorgetragenen Ansicht gewiſs die wahre und richtige, vorausgesetzt, daſs jene Restriction hinzugefügt wird, und ich schmeichle mir, manche bisher gar nicht berücksichtigte Thatsachen zu deren Begründung in das Andenken der Physiker zurückgerufen zu haben. Diese Genugthuung war ich offenbar dem würdigen Manne schuldig, dessen reiflich überdachte Arbeit ich unüberlegter Weise angegriffen habe.

Es sey mir erlaubt noch folgendes hinzuzufügen. Wie die Schneegränze von den Polen nach dem Aequator zu immer weiter hinaufsteigt, wie die Gränzlinie, in welcher temporäre Schneefälle vorkommen, die bei uns noch mit der Erdoberfläche coincidirt, nach den Tropen zu immer höher und höher liegt (Al. v. Humboldt, *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne, T. I. p.* 45. *Rél. histor. T. I. p.* 110.), so auch die untere Schicht der Atmosphäre, in welcher Hagel vorkommt.

VII. *Ueber die Bedingungen, unter welchen das Quecksilber durch Zink in rotirende Bewegungen gesetzt wird; von F. F. Runge.*

Wenn man einen Quecksilbertropfen mit einer gesättigten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul in Wasser übergieſst, und nun ein Stückchen Zink in's Quecksilber bringt, so geräth letzteres in *sehr heftige rotirende Bewegung;* eine Beobachtung, die ich bereits früher im

91. Bande dieser Annalen, S. 95., mitgetheilt habe, ohne mich auf eine nähere Erklärung dieses merkwürdigen Vorgangs einzulassen. Da ich später fand, dafs nur Zink *im festen Zustande*, nicht aber das in Quecksilber gelöste Zink oder das Zinkamalgam das Quecksilber in Bewegung setzt, ja dafs letzteres sogar die Bewegung *augenblicklich aufhebt*, so wurde ich hiedurch veranlafst eine Reihe neuer Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, um die Einwirkung der Metalle und ihre Amalgame auf die Bewegungen der Zink-Quecksilberkette kennen zu lernen.

Vor allen Dingen ist es hiebei aber nöthig, die Umstände genau zu kennen, unter welchen das Quecksilber durch's Zink ohne Ausnahme in die genannte Bewegung versetzt wird. Diefs geschieht jedesmal, wenn die salpetersaure Quecksilberoxydullösung gesättigt und klar der Quecksilbertropfen *nicht gröfser ist* als 1—1½ Linien im Durchmesser, und die Zinkstückchen, welche man nach und nach zum Quecksilber bringt, auch nicht gröfser als 1 Linie lang und ¼ Linie dick sind.

Blei. Wirft auf einen Quecksilbertropfen, welcher unter den genannten Umständen durch Zink in rotirende Bewegung gesetzt worden, ein Stückchen *Blei*, so wird dadurch die Bewegung des Quecksilbers anfangs etwas aufgehalten, bald darauf geht sie aber wieder rasch von Statten, und am Zink häuft sich ein schwarzes Pulver an, welches während des Quecksilber-Umlaufs in der Flüssigkeit herumgestreut wird. Gröfsere Mengen Blei hemmen jedoch die Bewegung des Quecksilbers gänzlich.

Bringt man das Quecksilber mit dem Blei in Berührung, noch ehe es mit der Flüssigkeit übergossen und durch Zink in Bewegung gesetzt worden, so zeigt sich eine geringe Strömung und ein schwaches Zittern auf der Quecksilberoberfläche, sobald man die Flüssigkeit darübergegossen. Nach kurzer Zeit wird aber alles ruhig, und das Quecksilber bedeckt sich mit einer schwarzen

sie nur in den untersten Schichten stattfinde, und es beweist also nichts gegen Leop. v. Buch's Theorie, wenn Lucas Howard (Gilb. Ann. XLI. S. 418.) in dem unteren Ombrometer wohl bisweilen nur eben so viel wie in dem oberen, aber nie weniger fand.

Leopold von Buch's Theorie ist also nach meiner, hier weitläuftig genug vorgetragenen Ansicht gewiſs die wahre und richtige, vorausgesetzt, daſs jene Restriction hinzugefügt wird, und ich schmeichle mir, manche bisher gar nicht berücksichtigte Thatsachen zu deren Begründung in das Andenken der Physiker zurückgerufen zu haben. Diese Genugthuung war ich offenbar dem würdigen Manne schuldig, dessen reiflich überdachte Arbeit ich unüberlegter Weise angegriffen habe.

Es sey mir erlaubt noch folgendes hinzuzufügen. Wie die Schneegränze von den Polen nach dem Aequator zu immer weiter hinaufsteigt, wie die Gränzlinie, in welcher temporäre Schneefälle vorkommen, die bei uns noch mit der Erdoberfläche coincidirt, nach den Tropen zu immer höher und höher liegt (Al. v. Humboldt, *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne, T. I. p.* 45. *Rel. histor. T. I. p.* 110.), so auch die untere Schicht der Atmosphäre, in welcher Hagel vorkommt.

VII. *Ueber die Bedingungen, unter welchen das Quecksilber durch Zink in rotirende Bewegungen gesetzt wird; von F. F. Runge.*

Wenn man einen Quecksilbertropfen mit einer gesättigten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul in Wasser übergieſst, und nun ein Stückchen Zink in's Quecksilber bringt, so geräth letzteres in *sehr heftige rotirende Bewegung;* eine Beobachtung, die ich bereits früher im

91. Bande dieser Annalen, S. 95., mitgetheilt habe, ohne mich auf eine nähere Erklärung dieses merkwürdigen Vorgangs einzulassen. Da ich später fand, dafs nur Zink *im festen Zustande*, nicht aber das in Quecksilber gelöste Zink oder das Zinkamalgam das Quecksilber in Bewegung setzt, ja dafs letzteres sogar die Bewegung *augenblicklich aufhebt*, so wurde ich hiedurch veranlafst eine Reihe neuer Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, um die Einwirkung der Metalle und ihre Amalgame auf die Bewegungen der Zink-Quecksilberkette kennen zu lernen.

Vor allen Dingen ist es hiebei aber nöthig, die Umstände genau zu kennen, unter welchen das Quecksilber durch's Zink ohne Ausnahme in die genannte Bewegung versetzt wird. Diefs geschieht jedesmal, wenn die salpetersaure Quecksilberoxydullösung gesättigt und klar der Quecksilbertropfen *nicht gröfser ist* als 1 — 1½ Linien im Durchmesser, und die Zinkstückchen, welche man nach und nach zum Quecksilber bringt, auch nicht gröfser als 1 Linie lang und ¼ Linie dick sind.

Blei. Wirft auf einen Quecksilbertropfen, welcher unter den genannten Umständen durch Zink in rotirende Bewegung gesetzt worden, ein Stückchen *Blei*, so wird dadurch die Bewegung des Quecksilbers anfangs etwas aufgehalten, bald darauf geht sie aber wieder rasch von Statten, und am Zink häuft sich ein schwarzes Pulver an, welches während des Quecksilber-Umlaufs in der Flüssigkeit herumgestreut wird. Gröfsere Mengen Blei hemmen jedoch die Bewegung des Quecksilbers gänzlich.

Bringt man das Quecksilber mit dem Blei in Berührung, noch ehe es mit der Flüssigkeit übergossen und durch Zink in Bewegung gesetzt worden, so zeigt sich eine geringe Strömung und ein schwaches Zittern auf der Quecksilberoberfläche, sobald man die Flüssigkeit darübergegossen. Nach kurzer Zeit wird aber alles ruhig, und das Quecksilber bedeckt sich mit einer schwarzen

geschmolzen ist *ohne alle Einwirkung*. Es erfolgt weder Bewegung des Quecksilbers noch Strömung in der Flüssigkeit. Diese Nichteinwirkung ist daraus erklärlich, weil das Wismuthzink, sobald es die Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyduls berührt, sich sogleich schwärzt, und sich das Quecksilber in diesem Zustande nicht mit ihm amalgamirt.

Kupferzink. Das Zink im Messing ist nicht im Stande das Quecksilber in Rotation zu versetzen, ungeachtet es sehr schnell vom Quecksilbertropfen absorbirt wird.

Bei den Versuchen über die Einwirkung der *Amalgame* auf das in Rotation begriffene Quecksilber zeigte das *Zinkamalgam* ein sehr merkwürdiges Verhalten: es bringt nämlich die durch reines Zink hervorgerufene und unterhaltene Rotation des Quecksilbers *auf der Stelle zur Ruhe*, wenn ein kleiner Theil mit demselben in Berührung kommt. Auch ist ein Quecksilbertropfen, welcher Zinkamalgam aufgelöst enthält, durchaus nicht durch reines Zink in Bewegung zu setzen.

Diese augenblickliche Hemmung der Quecksilberrotation durch Zusatz von Zinkamalgam geschieht *immer*, sobald nur der Zinkgehalt desselben so grofs ist, dafs er, dem rotirenden Quecksilbertropfen zugesetzt, sich in einem Verhältnifs =1 Zink zu 400 Quecksilber befindet; denn hier ist die Grenze, und geringere Mengen Zinks stören die Bewegungen des Quecksilbers nicht mehr.

Es ist hienach vorauszusehen, dafs ein Stück Zinkamalgam (aus gleichen Milligrammen), wenn man es an die Stelle des Quecksilbertropfens in die Quecksilberoxydullösung bringt, ohne alle Selbstbewegung bleibt; es erfolgt auch wirklich nur eine schwache Trübung und Schwärzung der Oberfläche, aber keine Bewegung. Bringt man noch 2, 3 oder 4 Volumina Quecksilber hinzu, so erfolgt gleichfalls keine Bewegung, nur die blanke Oberfläche läuft, nach einer Minute etwa, schwärzlich an. In diesem Zustand der Verdünnung, wo der Quecksil-

bertropfen vollkommen flüssig ist, bringt ihn auch ein Stückchen reines Zink nicht zur Bewegung, diese erfolgt erst dann, wenn noch so viel Quecksilber hinzugesetzt worden, dafs das in demselben aufgelöste Zink nicht mehr als den 450—500sten Theil beträgt. In diesem Fall rotirt es wie reines Quecksilber, wenn man es mit einem Stückchen Zink in Berührung bringt.

Bleiamalgam. Bringt man während des Rotirens des Quecksilbers ein Wenig Bleiamalgam (aus gleichen Milligrammen zusammengeschmolzen) zu demselben, so steht es sogleich, unter Schwärzung seiner Oberfläche, still, wenn es beim Hineinwerfen gerade auf das Quecksilber traf; fällt aber das Bleiamalgam nebenbei, so schwärzt es sich in der Flüssigkeit, und das rotirende Quecksilberkügelchen, es mag auch noch so oft darauf stofsen, wird nicht davon afficirt, weil sie beide nicht an einander haften.

Mischt man einen Quecksilbertropfen mit einer geringen Menge Bleiamalgam, und übergiefst ihn mit der Flüssigkeit, so läuft die Oberfläche sogleich schwarz an. Bringt man nun Zink hinzu, so spaltet sich die schwarze Haut, fällt von der Oberfläche des Quecksilbers herunter und der Quecksilbertropfen kommt, wenn sein Bleigehalt nur ein geringer war, in schwache rotirende Bewegung. Ist dagegen der Bleigehalt gröfser, so geschieht nichts und Alles bleibt unbeweglich.

Zinnamalgam bringt das rotirende Quecksilber sogleich zur Ruhe, wenn ein kleiner Theil desselben damit in Berührung gebracht wird, unter augenblicklicher Bildung einer schwarzen Haut. Diese verschwindet nach und nach wieder, aber das Quecksilber kommt nicht zur Rotation, auch dann nicht, wenn man von Neuem noch Zink hinzusetzt.

Wismuthamalgam. Wird ein Tropfen wismuthhaltigen Quecksilbers mit der Quecksilberoxydullösung übergossen, so wird die Oberfläche schwarz. Zinkzusatz stellt

Haut und läfst ein eben so gefärbtes Pulver von sich, Zinkzusatz bringt unter diesen Umständen das Quecksilber nicht mehr zur Rotation.

Zinn. Nähert man ein Stück Zinnfolie dem rotirenden Quecksilber, so erfolgt oft gar keine Einwirkung, indem das durch die Quecksilberoxydullösung befeuchtete und geschwärzte Zinn nicht leicht am Quecksilber haftet; geschieht dagegen letzteres, so steht das Quecksilber in seinem Laufe still, und seine Oberfläche, die vorher ruhig war, geräth nun dafür in eine sehr heftige Strömung, vermöge welcher das am Zinn befindliche schwarze Pulver mit Gewalt nach allen Seiten hin herumgeschleudert wird. Endlich wird alles ruhig.

Bringt man das Zinn erst mit dem Quecksilber trokken zusammen, wo sie sich bekanntlich schnell durchdringen, und giefst nun die salpetersaure Quecksilberauflösung darüber, so verwandelt sich die helle Spiegelfläche des Gemisches in eine dunkelschwarze, ohne dafs sich Bewegung oder Strömung einstellt; auch bringt jetzt Zink keine mehr hervor.

Wismuth. Das Wismuth ist ohne allen Einflufs auf das Quecksilber, dieses mag nun ruhig oder durch Zink in Bewegung gesetzt worden seyn, indem es sich in der Flüssigkeit sogleich schwärzt, und nun das Quecksilber nicht mehr an demselben haftet.

Eisen, Kupfer, Silber und *Platin* sind ohne alle Einwirkung auf die Bewegungen des Quecksilbers. Diejenigen unter diesen Metallen, an welchen das Quecksilber haftet, werden mit fortgerissen, und machen die Rotation mit; auch mit Eisen und Platin ist diefs der Fall, wenn es gelingt ihre Oberfläche zu verquicken und sie so mit dem Quecksilbertropfen in Verbindung zu setzen. Im Allgemeinen wiederholen sich die ähnlichen Erscheinungen, wenn man die obengenannten Metalle mit Zink *zusammenschmilzt*, und diese Legirungen *statt des*

Javita am Orinoco, wo es bisweilen 5 Monate regnet, ohne aufzuhören, binnen 5 Stunden, nach Humboldt's Beobachtung (s. a. a. O. T. VII. p. 306.) 21''', und ein anderes Mal in 3 Stunden 14''', in Bombay während der zwölf ersten Tage der Regenzeit 32'' engl. (*Edinburgh philos. Journ. T. VII. p.* 182.). Indessen herrscht in einigen Thälern des mittleren America's eine Trockenheit, welche bedeutender ist, als die in Genf und Paris beobachtete, und die man am wenigsten in diesen Tropengegenden erwarten sollte. Sie ist so bedeutend, daſs die Bäume ihrer Blätter beraubt werden. Al. v. Humboldt, (*Rél. histor. Vol. II. p.* 45.) giebt eine Reihe in dem Schatten der Thäler des Rio del Tuy und von Aragua angestellter hygrometrischer Beobachtungen. Das Mittel gab für den Monat Februar bei einer mittleren Temperatur von 24°,3 C. (das Minimum war 20°,0, das Maximum 28°,1) 35°—36° de Luc oder 70°,8—72° Sauss. In den Monaten, wo in Genf und Paris die mittlere Temperatur 18° erreicht, ist der Stand des Saussur'schen Hygrometers noch über 82°. Vergleiche *Rélat. histor. Vol. II. p.* 73. Zwar sagt Hutton sehr richtig (Gren's Journ. Bd. IV. p. 445.), daſs die Quantität des herabfallenden Regens nicht allein von der mittleren Temperatur, also von dem Maaſse der Ausdünstungen, sondern auch von den Umständen, welche die Mischung zweier nahe mit Feuchtigkeit gesättigten Luftschichten von verschiedener Temperatur begünstigen, d. h. von den Winden abhänge (dieſs sieht man namentlich bei den an der Westküste von Norwegen herrschenden Wintergewittern, bei denen Hagel sehr häufig ist, vergl. Gilb. Annal. Bd. XXIX. S. 179.), und daſs so die *isoombrischen (venia sit vocabulo)* Linien nicht mit den isothermen zusammenfielen, aber doch ist die Differenz der Ausdünstung und der jährlichen Regenmasse sehr gering, wie man aus der Beobachtung des Dr. Dobson zu Liverpool, der die mittlere jährliche Verdunstung vermittelst eines atmi-

dometrischen Verfahrens auf 36″,78 und die mittlere jährliche Regenquantität auf 37″,48 engl. ebendaselbst bestimmte (Gilb. Ann. Bd. XV. S. 264.), und den Datis in den Mannheimer Ephemeriden sieht. Uebrigens kam es hier auch nur darauf an, aus der mittleren jährlichen Regenmasse den mittleren Feuchtigkeitszustand herzuleiten, was nicht in Abrede gestellt werden kann.

Warum sollte es nicht Nachts hageln? Viele Reisende, welche die Küsten von Neuholland und van Diemens Land besuchten, haben in der Nacht daselbst Hagel beobachtet. Aber an den dürren Küsten findet am Tage eine starke Verdunstung bei einer Temperatur von 24° R. bis 25° statt, wodurch vermittelst des aufsteigenden Luftstroms eine ungeheure Quantität von Wasserdünsten, durch den unteren vom Meere herwehenden Luftstrom, den Seewind, herbeigetrieben, zu den höheren Regionen der Atmosphäre emporgehoben werden. Tritt nun Abends der Landwind ein, so wird die Atmosphäre ganz trocken, während aus den oberen Schichten eine unendliche Wassermasse herabstürzt (vergl. Péron, *Voyage aux terres australes, T. II. rédigé par* Freycinet, *p.* 210. folg.). Hier kann nun und mufs sogar Hagel erzeugt werden, denn trotz der ungeheuren, wegen der Wärmestrahlung noch weniger erträglichen, Tageswärme tritt nun eine sehr niedrige, fast kalte Nachttemperatur ein. Dentrecasteaux (*Voyage rédigé par* Rossel, *Vol. I. p.* 264.) beobachtete im Febr. 1793 am Tage 22° und 23° R., des Morgens um 6 Uhr stand das Thermometer gemeiniglich auf 10°, oft nur auf 6°. Vergl. la Billardière, *Voyage à la récherche de la* Pérouse, *T. II. p.* 27. Freycinet, *Voyage aux terres australes, p.* 50. Solchen Temperaturveränderungen können nur die von Bruce (*Voyage aux sources du Nil, Livr. VIII. ch.* 2.) in der Wüste von Chendi, wo am Tage das Therm. auf 116° Fahr., Nachts auf 42° stand, und von Macartney (*Voyage à la Chine,*

T. III. p. 256. franz. Uebers.) am Flusse Yung-Leang-Ho (6 U. M. 40° F., 2 U. M. 80° F. beobachteten an die Seite gestellt werden. Aehnliche Bedingungen für den nächtlichen Hagel hat ja schon Leop. v. Buch in seiner Abhandlung aufgestellt.

So erklärt sich denn nun auch, weshalb trotz dieser Verdunstung die Quantität des Regens in zwei in verschiedenen Höhen aufgestellten Ombrometern verschieden, und zwar in dem unteren größseren ist, als in dem oberen. Denn die der Erdoberfläche näheren Schichten der Atmosphäre sind hinreichend mit Feuchtigkeit gesättigt, um dafs noch ein Theil der vorhandenen Dünste, unter Mitwirkung der niedrigen Temperatur des Hagelkorns condensirt werden kann, So fiel bei Péron's Beobachtung sehr *grofstropfiger Regen*, bei Cook's *pluie en larges gouttes.* Bugge (*Nye Samling af Köbenhavn Vidensk. Selskabs Skrifter, Bind II. p.* 227.) fand:

1783	in 7 Monat. im Garten	1250 *)	120 höher..	951
1784	- 12 - - -	2468	- -	2140
1785	- - - - -	2804	- -	2274
1786	- - - - -	2671	- -	1921
1787	- - - - -	2985	- -	2193
1788	in 6 Monat. - -	944	- -	650

So dafs auf eine Höhe von 120′ eine Zunahme von $\frac{3}{10}$ des Ganzen kommt. Heberden (*Philosoph. transact. Vol. LIX.. p.* 1.) sagt, dafs die Mengen des Wassers, welches nach Angabe der Hyetometer auf die Westminsterabtey in London, auf ein Haus ganz in der Nähe derselben und 15′,5 tiefer herabfiel, sich wie 3:8:10 verhielten. In Paris fällt im Hofe des Observatoriums $564^{mm},72$ auf der Terrasse 28^{m} höher $482^{mm},41$ Regen, also $\frac{13}{100}$ mehr auf 55′ (Bouvard, *Mémoire sur les observations météorologiques faites à l'observation royal de Paris, p.* 41. folg.). Schon diese schnelle Zunahme zeigt, dafs

*) In $\frac{1}{64}$ Theilen des Pariser Cubikzolls ausgedrückt.

nach einiger Zeit den Glanz wieder her, und das Amalgam geräth nun in eine, wiewohl schwache, Bewegung. Zugleich zeigt sich eine bedeutende Strömung in der Flüssigkeit, die von der blanken Amalgamfläche ausgeht.

Bringt man, während ein Tropfen reinen Quecksilbers durch und mit Zink rotirt, ein Wenig Wismuthamalgam hinzu, so wird die Bewegung des Quecksilbers bedeutend verlangsamt, hört aber nicht ganz auf, was aber sogleich geschieht, sobald man noch etwas Amalgam hinzufügt.

Kupferamalgam als Pulver (aus gleichen Milligrammen Zink, Quecksilber und einem Kupfersalze dargestellt) mit dem rotirenden Quecksilber in Berührung gesetzt, unterbricht nur mechanisch und für den Augenblick die Bewegung, die sich nämlich bald wieder lebhaft einstellt, wenn das Kupferamalgam vom Quecksilber absorbirt worden und sich wieder eine blanke Oberfläche auf dem Quecksilbertropfen gebildet hat.

Ganz so wirkt ein pulvriges *Platinamalgam* (aus gleichen Milligrammen Zink, Quecksilber und salzsaurem Platin dargestellt). Es ist ganz indifferent und vermag auch nicht der Bewegungshemmung *entgegen*zuwirken, welche das Zinkamalgam bewirkt, denn durch dieses wird ein platinhaltiges, rotirendes Quecksilberkügelchen ebenfalls zum Stillstehen gebracht.

Dafs das Zinkamalgam die rotirende Bewegung des Quecksilbers hemmt, also die Einwirkung des festen Zinks $=0$ macht, scheint mir ein wichtiger Moment für die Erklärung des ganzen Phänomens zu seyn. Die Rotation des Quecksilbers scheint nämlich hienach auf der *Bildung* eines Zinkamalgams zu beruhen, und aufzuhören, wenn diese erreicht ist. Hiefür spricht noch, dafs Quecksilber, welches nach langem Rotiren endlich zur Ruhe gekommen ist, weder durch frisches Aufgiefsen von Quecksilberoxydullösung noch durch neu hinzugefügtes Quecksilber und Zink wieder zur Bewegung zu bringen ist.

91. Bande dieser Annalen, S. 95., mitgetheilt habe, ohne mich auf eine nähere Erklärung dieses merkwürdigen Vorgangs einzulassen. Da ich später fand, dafs nur Zink *im festen Zustande*, nicht aber das in Quecksilber gelöste Zink oder das Zinkamalgam das Quecksilber in Bewegung setzt, ja dafs letzteres sogar die Bewegung *augenblicklich aufhebt*, so wurde ich hiedurch veranlafst eine Reihe neuer Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, um die Einwirkung der Metalle und ihre Amalgame auf die Bewegungen der Zink-Quecksilberkette kennen zu lernen.

Vor allen Dingen ist es hiebei aber nöthig, die Umstände genau zu kennen, unter welchen das Quecksilber durch's Zink ohne Ausnahme in die genannte Bewegung versetzt wird. Diefs geschieht jedesmal, wenn die salpetersaure Quecksilberoxydullösung gesättigt und klar der Quecksilbertropfen *nicht gröfser ist* als 1—1½ Linien im Durchmesser, und die Zinkstückchen, welche man nach und nach zum Quecksilber bringt, auch nicht gröfser als 1 Linie lang und ¼ Linie dick sind.

Blei. Wirft auf einen Quecksilbertropfen, welcher unter den genannten Umständen durch Zink in rotirende Bewegung gesetzt worden, ein Stückchen *Blei*, so wird dadurch die Bewegung des Quecksilbers anfangs etwas aufgehalten, bald darauf geht sie aber wieder rasch von Statten, und am Zink häuft sich ein schwarzes Pulver an, welches während des Quecksilber-Umlaufs in der Flüssigkeit herumgestreut wird. Gröfsere Mengen Blei hemmen jedoch die Bewegung des Quecksilbers gänzlich.

Bringt man das Quecksilber mit dem Blei in Berührung, noch ehe es mit der Flüssigkeit übergossen und durch Zink in Bewegung gesetzt worden, so zeigt sich eine geringe Strömung und ein schwaches Zittern auf der Quecksilberoberfläche, sobald man die Flüssigkeit darübergegossen. Nach kurzer Zeit wird aber alles ruhig, und das Quecksilber bedeckt sich mit einer schwarzen

salzen, eigenthümliche Wirkungen hervorbringt, welche in Zersetzung beider Salze und Bildung von Stickoxydmetalle beruht. — Bei der Palladiumauflösung allein erfolgt eine Desoxydation, so dafs die braune Auflösung entfärbt wird. —

Die Reduction des Goldes findet, obgleich langsamer und schwächer, auch dann statt, wenn die Zersetzung des Salpeters und folglich das dargestellte Stickoxydkali sehr unbedeutend, und von den andern Salzen nicht getrennt worden ist, da hingegen die Erscheinungen bei den anderen Metallsalzen nur von dem reinen Stickoxydkali hervorgebracht werden. Wir sehen demnach, dafs, so wie das Stickoxyd im freien Zustande, auch das mit Alkalien verbundene, nur das Gold, aber nicht das Palladium wieder herstellt.

Dagegen überzeugte ich mich von Neuem, dafs Stickluft weit schneller Palladium als Gold wieder herstellt, indem die in einem kleinen Gläschen enthaltene Palladiumauflösung in einem mit Stickluft — aus der atmosphärischen durch Phosphor und nachherigem Reinigen dargestellt — gefüllten Cylinder von 4″ Inhalt eingeschlossen, nach 14 Tagen ein starkes Metallhäutchen auf der Oberfläche der Flüssigkeit zeigte, während die Goldauflösung, unter denselben Umständen, nur eine schwache Reduction am Rande des Gläschens zeigte.

Diese Reduction des Palladiums in Stickluft zeigt zugleich den Unterschied gegen die in der atmosphärischen Luft, dafs sie ohne alle Verdunstung erfolgt — da in dem kleinen abgeschlossenen Raume nur eine sehr unbedeutende statt finden kann — während in der atmosphärischen Luft die Verdunstung eine wesentliche Bedingung der Reduction ist.

IX.

reinen Zinks mit dem Quecksilbertropfen unter der salpetersauren Quecksilberoxydullösung in Berührung bringt.

Bleizink. Ein Gemisch aus gleichen Milligrammen Blei und Zink versetzt die Quecksilberoberfläche in eine starke Strömung unter Herumsprühen eines schwarzen Pulvers. Die eine Hälfte des Quecksilbertropfens erscheint hiebei spiegelblank, indefs die andere Hälfte von dem mit schwarzem Pulver bedeckten Bleizink eingenommen wird. Es tritt keine rotirende Bewegung des Quecksilbers ein. 2 Milligramm. Zink auf 1 Milligramm Blei verhalten sich eben so, uur dafs die Strömung etwas stärker ist. Vermehrt man das Verhältnifs des Zinks, so tritt endlich die rotirende Bewegung ein, wiewohl nie so heftig als beim reinen Zink.

Zinnzink. Eine Legirung aus gleichen Milligramm. färbt sich in der salpetersauren Quecksilberoxydullösung schwarz ohne sonstige Veränderungen zu zeigen; kommt sie aber gleichzeitig mit dem Quecksilbertropfen in Berührung, so schwillt sie auf einmal bedeutend auf, indem sich eine dicke schwarze Haut abtrennt, und ein explosionsartiges Umhersprühen eines schwarzen Pulvers erfolgt, welches durch die zugleich eintretende Strömung in der Flüssigkeit mit Gewalt herumgeschleudert wird. Zugleich zeigt das Quecksilber eine sehr schwache rotirende Bewegung. Auch hier erscheint, wie beim Bleizink, während der Strömung die eine Hälfte des Quecksilbertropfens spiegelblank, indefs die andere entgegengesetzte, welche das Zinnzink berührte, mit einer Haut bedeckt ist: in beiden Fällen dadurch erklärlich, dafs die Strömungen ihre Richtung vom Quecksilber zum berührenden Metall, nicht aber umgekehrt nehmen. (Ich habe hierauf bereits bei dem Verhalten des Quecksilbers zum Eisen in Berührung mit Salpetersäure, diese Ann. Bd. 91. S. 95., aufmerksam gemacht.)

Wismuthzink zu gleichen Milligrammen zusammen-

dichtsaures Natron ($\dot{N}\ddot{J}+10\dot{H}$), in welchem der Sauerstoff der Basis sich zum Sauerstoff der Säure wie 1:2 verhält, in 100 Theilen besteht dieses folglich aus:

53,98 jodichter Säure
11,87 Natron
34,15 Wasser

und die jodichte Säure aus:

88,75 Jod
11,25 Sauerstoff

..........*ch.*

X. *Ueber die Reduction von Kohle aus Schwefelkohlenstoff.*

Die, S. 183., in diesem Bande von **Becquerel** angegebene Beobachtung, über Zersetzung des Schwefelkohlenstoffs durch Elektricität, scheint auf einem Irrthum zu beruhen. Nach einer Mittheilung von Hrn. **Wöhler** bildet sich, bei jener Combination von Schwefelkohlenstoff, Kupferauflösung und Kupfer, eine Substanz, die zwar schwarz, aber keineswegs Kohle, sondern bloſs Schwefelkupfer ist, dessen Bildung nicht auf einer Zersetzung des Schwefelkohlenstoffs beruht, sondern von der Gegenwart von freiem Schwefel abhängt, der in jenem aufgelöst ist. Daher sieht man, nach W., einen Kupferstreifen sich augenblicklich mit der schwarzen Substanz, mit Schwefelkupfer, bedecken, wenn man ihn in eine ziemlich gesättigte Auflösung von Schwefel in Schwefelkohlenstoff taucht. Dabei scheint die Gegenwart der Kupferauflösung ganz gleichgültig zu seyn, weil die Erscheinung auch ohne sie vor sich geht. Dagegen wird die Vereinigung des Metalls mit dem Schwefel durch Zusatz von etwas Salpetersäure zu dem Wasser, womit der Schwefelkohlenstoff bedeckt ist, sehr befördert, und schon

bertropfen vollkommen flüssig ist, bringt ihn auch ein Stückchen reines Zink nicht zur Bewegung, diese erfolgt erst dann, wenn noch so viel Quecksilber hinzugesetzt worden, dafs das in demselben aufgelöste Zink nicht mehr als den 450—500sten Theil beträgt. In diesem Fall rotirt es wie reines Quecksilber, wenn man es mit einem Stückchen Zink in Berührung bringt.

Bleiamalgam. Bringt man während des Rotirens des Quecksilbers ein Wenig Bleiamalgam (aus gleichen Milligrammen zusammengeschmolzen) zu demselben, so steht es sogleich, unter Schwärzung seiner Oberfläche, still, wenn es beim Hineinwerfen gerade auf das Quecksilber traf; fällt aber das Bleiamalgam nebenbei, so schwärzt es sich in der Flüssigkeit, und das rotirende Quecksilberkügelchen, es mag auch noch so oft darauf stofsen, wird nicht davon afficirt, weil sie beide nicht an einander haften.

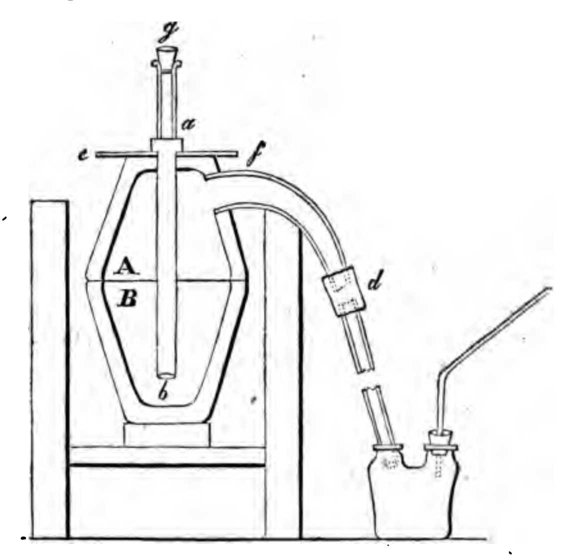
Mischt man einen Quecksilbertropfen mit einer geringen Menge Bleiamalgam, und übergiefst ihn mit der Flüssigkeit, so läuft die Oberfläche sogleich schwarz an. Bringt man nun Zink hinzu, so spaltet sich die schwarze Haut, fällt von der Oberfläche des Quecksilbers herunter und der Quecksilbertropfen kommt, wenn sein Bleigehalt nur ein geringer war, in schwache rotirende Bewegung. Ist dagegen der Bleigehalt gröfser, so geschieht nichts und Alles bleibt unbeweglich.

Zinnamalgam bringt das rotirende Quecksilber sogleich zur Ruhe, wenn ein kleiner Theil desselben damit in Berührung gebracht wird, unter augenblicklicher Bildung einer schwarzen Haut. Diese verschwindet nach und nach wieder, aber das Quecksilber kommt nicht zur Rotation, auch dann nicht, wenn man von Neuem noch Zink hinzusetzt.

Wismuthamalgam. Wird ein Tropfen wismuthhaltigen Quecksilbers mit der Quecksilberoxydullösung übergossen, so wird die Oberfläche schwarz. Zinkzusatz stellt

XII. *Ueber die Bereitung des Kohlenschwefels;* *von C. Brunner.*

Zu einem gewissen Zwecke war mir eine etwas ansehnliche Menge Kohlenschwefel erforderlich. Ich sah mich deshalb nach den zweckmäfsigsten Methoden um, dieses Präparat darzustellen, fand aber, die von Lampadius angegebene (durch Destillation des Leberkieses) ausgenommen, keinen Apparat beschrieben, der zu Erzeugung von 1 oder mehreren Pfunden empfehlenswerth schien. Nach einigen Versuchen gelang es mir, mit dem folgenden sehr gut. *A* und *B* sind zwei mit den Rändern



durch Abschleifen genau auf einander gepafste Graphittiegel. In dem oberen wird durch den Boden eine senkrecht heruntersteigende thönerne Röhre *ab* eingesetzt, die bis auf 1 Zoll an den Boden des untern Tiegels reicht. Zur Seite des ersten wird eine gekrümmte thönerne Röhre

bertropfen vollkommen flüssig ist, bringt ihn auch ein Stückchen reines Zink nicht zur Bewegung, diese erfolgt erst dann, wenn noch so viel Quecksilber hinzugesetzt worden, dafs das in demselben aufgelöste Zink nicht mehr als den 450—500sten Theil beträgt. In diesem Fall rotirt es wie reines Quecksilber, wenn man es mit einem Stückchen Zink in Berührung bringt.

Bleiamalgam. Bringt man während des Rotirens des Quecksilbers ein Wenig Bleiamalgam (aus gleichen Milligrammen zusammengeschmolzen) zu demselben, so steht es sogleich, unter Schwärzung seiner Oberfläche, still, wenn es beim Hineinwerfen gerade auf das Quecksilber traf; fällt aber das Bleiamalgam nebenbei, so schwärzt es sich in der Flüssigkeit, und das rotirende Quecksilberkügelchen, es mag auch noch so oft darauf stofsen, wird nicht davon afficirt, weil sie beide nicht an einander haften.

Mischt man einen Quecksilbertropfen mit einer geringen Menge Bleiamalgam, und übergiefst ihn mit der Flüssigkeit, so läuft die Oberfläche sogleich schwarz an. Bringt man nun Zink hinzu, so spaltet sich die schwarze Haut, fällt von der Oberfläche des Quecksilbers herunter und der Quecksilbertropfen kommt, wenn sein Bleigehalt nur ein geringer war, in schwache rotirende Bewegung. Ist dagegen der Bleigehalt gröfser, so geschieht nichts und Alles bleibt unbeweglich.

Zinnamalgam bringt das rotirende Quecksilber sogleich zur Ruhe, wenn ein kleiner Theil desselben damit in Berührung gebracht wird, unter augenblicklicher Bildung einer schwarzen Haut. Diese verschwindet nach und nach wieder, aber das Quecksilber kommt nicht zur Rotation, auch dann nicht, wenn man von Neuem noch Zink hinzusetzt.

Wismuthamalgam. Wird ein Tropfen wismuthhaltigen Quecksilbers mit der Quecksilberoxydullösung übergossen, so wird die Oberfläche schwarz. Zinkzusatz stellt

tenheit des Hagels in den Aequatorialgegenden bedingen müfste, nämlich die geringe Differenz zwischen der wirklichen Expansivkraft des Dunstes und dem der Temperatur zukommenden Maximum. Dafs diefs der Fall sey, lehren Al. v. Humboldt's Hygrometerbeobachtungen, und zugleich eine Vergleichung der in unseren Breiten fallenden Regenmasse mit dem correspondirenden mittleren Hygrometerstande und der Quantität jährlichen Regens unter dem Aequator. In den gemäfsigten Climaten nämlich fallen bei einem mittleren Hygrometerstande von 60° Sauss. jährlich im Mittel 20—30″ Regen; in Paris im Durchschnitte nur 19—20″, in Leiden 28″,5 (Gilb. Ann. Bd. IV. S. 326.), in Carlsruhe, nach Böckmann (Gilb. Ann. Bd. XLI. S. 85.), 27″ 4‴, in Rom, nach Calandrelli, 29″,3 (Gilb. Ann. Bd. XXIV. S. 239.), in England, nach Dalton, 28″ 7‴ (Gilb. Ann. Bd. XV. S. 252.). Regengüsse, wie der von 1″ 1‴ in einer Stunde zu Montpellier, von 13″ 2‴ in 18 Stunden zu Viviers, von 17‴,$\frac{1}{1}\frac{1}{2}$ in 30′ zu Genf (*Ann. de chim. et de phys. T. VIII. p.* 399. *Ephemer. societ. meteor. Palat. Vol. III.* 1783, *p.* 429. *Journal de phys. T. LX. p.* 391.) gehören bei uns zu den Ausnahmen, und eben so mittlere jährliche Regenmassen, wie die von Kendal 60″,5 (Gilb. Ann. Bd. XXV. S. 327. Humboldt, *Voyage aux rég. éq. T. IX. p.* 372.) von Bergen, nach Ahrentz, 70″,48 (*Nye Samling af Kiöbenhavn Videnske Solskaby Skrifter, Bind XI.* Gilb. Ann. XXV. S. 326.). Dagegen beträgt das hyetometrische Mittel in den Wäldern des Orinoco und Rio Negro nach Alexand. v. Humboldt (*Voyage aux rég. éq. T. VIII. p.* 399.) 90″—100″, in Bombay 72″—106″, in St. Domingo 113″ (Al. von Humboldt, a. a. O. T. IX. p. 372.), in St. Luis da Maranhão (Br. 2° 19′ s.) 23′ 4″ 9‴,7 engl. =260″ franz. In Cayenne fielen, nach Capt. Roussin, im Februar 151″ Regen (s. Arago, *Annuaire du bureau des longitudes*, 1824, *p.* 165.), in der Mission San Antonio de

Javita am Orinoco, wo es bisweilen 5 Monate regnet, ohne aufzuhören, binnen 5 Stunden, nach Humboldt's Beobachtung (s. a. a. O. T. VII. p. 306.) 21''', und ein anderes Mal in 3 Stunden 14''', in Bombay während der zwölf ersten Tage der Regenzeit 32'' engl. (*Edinburgh philos. Journ. T. VII. p.* 182.). Indessen herrscht in einigen Thälern des mittleren America's eine Trockenheit, welche bedeutender ist, als die in Genf und Paris beobachtete, und die man am wenigsten in diesen Tropengegenden erwarten sollte. Sie ist so bedeutend, dafs die Bäume ihrer Blätter beraubt werden. Al. v. Humboldt, (*Rél. histor. Vol. II. p.* 45.) giebt eine Reihe in dem Schatten der Thäler des Rio del Tuy und von Aragua angestellter hygrometrischer Beobachtungen. Das Mittel gab für den Monat Februar bei einer mittleren Temperatur von 24°,3 C. (das Minimum war 20°,0, das Maximum 28°,1) 35°—36° de Luc oder 70°,8—72° Sauss. In den Monaten, wo in Genf und Paris die mittlere Temperatur 18° erreicht, ist der Stand des Saussur'schen Hygrometers noch über 82°. Vergleiche *Rélat. histor. Vol. II. p.* 73. Zwar sagt Hutton sehr richtig (Gren's Journ. Bd. IV. p. 445.), dafs die Quantität des herabfallenden Regens nicht allein von der mittleren Temperatur, also von dem Maafse der Ausdünstungen, sondern auch von den Umständen, welche die Mischung zweier nahe mit Feuchtigkeit gesättigten Luftschichten von verschiedener Temperatur begünstigen, d. h. von den Winden abhänge (diefs sieht man namentlich bei den an der Westküste von Norwegen herrschenden Wintergewittern, bei denen Hagel sehr häufig ist, vergl. Gilb. Annal. Bd. XXIX. S. 179.), und dafs so die *isoombrischen* (*venia sit vocabulo*) Linien nicht mit den isothermen zusammenfielen, aber doch ist die Differenz der Ausdünstung und der jährlichen Regenmasse sehr gering, wie man aus der Beobachtung des Dr. Dobson zu Liverpool, der die mittlere jährliche Verdunstung vermittelst eines atmi-

dometrischen Verfahrens auf 36″,78 und die mittlere jährliche Regenquantität auf 37″,48 engl. ebendaselbst bestimmte (Gilb. Ann. Bd. XV. S. 264.), und den Datis in den Mannheimer Ephemeriden sieht. Uebrigens kam es hier auch nur darauf an, aus der mittleren jährlichen Regenmasse den mittleren Feuchtigkeitszustand herzuleiten, was nicht in Abrede gestellt werden kann.

Warum sollte es nicht Nachts hageln? Viele Reisende, welche die Küsten von Neuholland und van Diemens Land besuchten, haben in der Nacht daselbst Hagel beobachtet. Aber an den dürren Küsten findet am Tage eine starke Verdunstung bei einer Temperatur von 24° R. bis 25° statt, wodurch vermittelst des aufsteigenden Luftstroms eine ungeheure Quantität von Wasserdünsten, durch den unteren vom Meere herwehenden Luftstrom, den Seewind, herbeigetrieben, zu den höheren Regionen der Atmosphäre emporgehoben werden. Tritt nun Abends der Landwind ein, so wird die Atmosphäre ganz trocken, während aus den oberen Schichten eine unendliche Wassermasse herabstürzt (vergl. Péron, *Voyage aux terres australes*, *T. II. rédigé par* Freycinet, *p.* 210. folg.). Hier kann nun und mufs sogar Hagel erzeugt werden, denn trotz der ungeheuren, wegen der Wärmestrahlung noch weniger erträglichen, Tageswärme tritt nun eine sehr niedrige, fast kalte Nachttemperatur ein. Dentrecasteaux (*Voyage rédigé par* Rossel, *Vol. I. p.* 264.) beobachtete im Febr. 1793 am Tage 22° und 23° R., des Morgens um 6 Uhr stand das Thermometer gemeiniglich auf 10°, oft nur auf 6°. Vergl. la Billardière, *Voyage à la récherche de la* Pérouse, *T. II. p.* 27. Freycinet, *Voyage aux terres australes*, *p.* 50. Solchen Temperaturveränderungen können nur die von Bruce (*Voyage aux sources du Nil, Livr. VIII. ch.* 2.) in der Wüste von Chendi, wo am Tage das Therm. auf 116° Fahr., Nachts auf 42° stand, und von Macartney (*Voyage à la Chine*,

T. III. p. 256. franz. Uebers.) am Flusse Yung-Leang-Ho (6 U. M. 40° F., 2 U. M. 80° F. beobachteten an die Seite gestellt werden. Aehnliche Bedingungen für den nächtlichen Hagel hat ja schon Leop. v. Buch in seiner Abhandlung aufgestellt.

So erklärt sich denn nun auch, weshalb trotz dieser Verdunstung die Quantität des Regens in zwei in verschiedenen Höhen aufgestellten Ombrometern verschieden, und zwar in dem unteren gröſseren ist, als in dem oberen. Denn die der Erdoberfläche näheren Schichten der Atmosphäre sind hinreichend mit Feuchtigkeit gesättigt, um daſs noch ein Theil der vorhandenen Dünste, unter Mitwirkung der niedrigen Temperatur des Hagelkorns condensirt werden kann, So fiel bei Péron's Beobachtung sehr *groſstropfiger Regen*, bei Cook's *pluie en larges gouttes.* Bugge (*Nye Samling af Kiöbenhavn Vidensk. Selskabs Skrifter, Bind II. p.* 227.) fand:

1783	in 7 Monat. im Garten	1250 *)	120 höher.. 951
1784	- 12 - - -	2468	- - 2140
1785	- - - - -	2804	- - 2274
1786	- - - - -	2671	- - 1921
1787	- - - - -	2985	- - 2193
1788	in 6 Monat. - -	944	- - 650

So daſs auf eine Höhe von 120′ eine Zunahme von $\frac{3}{10}$ des Ganzen kommt. Heberden (*Philosoph. transact. Vol. LIX. p.* 1.) sagt, daſs die Mengen des Wassers, welches nach Angabe der Hyetometer auf die Westminsterabtey in London, auf ein Haus ganz in der Nähe derselben und 15′,5 tiefer herabfiel, sich wie 3:8:10 verhielten. In Paris fällt im Hofe des Observatoriums 564^{mm},72 auf der Terrasse 28^{m} höher 482^{mm},41 Regen, also $\frac{13}{100}$ mehr auf 55′ (Bouvard, *Mémoire sur les observations météorologiques faites à l'observation royal de Paris, p.* 41. folg.). Schon diese schnelle Zunahme zeigt, daſs

*) In $\frac{1}{64}$ Theilen des Pariser Cubikzolls ausgedrückt.

sie nur in den untersten Schichten stattfinde, und es beweist also nichts gegen Leop. v. Buch's Theorie, wenn Lucas Howard (Gilb. Ann. XLI. S. 418.) in dem unteren Ombrometer wohl bisweilen nur eben so viel wie in dem oberen, aber nie weniger fand.

Leopold von Buch's Theorie ist also nach meiner, hier weitläuftig genug vorgetragenen Ansicht gewiſs die wahre und richtige, vorausgesetzt, daſs jene Restriction hinzugefügt wird, und ich schmeichle mir, manche bisher gar nicht berücksichtigte Thatsachen zu deren Begründung in das Andenken der Physiker zurückgerufen zu haben. Diese Genugthuung war ich offenbar dem würdigen Manne schuldig, dessen reiflich überdachte Arbeit ich unüberlegter Weise angegriffen habe.

Es sey mir erlaubt noch folgendes hinzuzufügen. Wie die Schneegränze von den Polen nach dem Aequator zu immer weiter hinaufsteigt, wie die Gränzlinie, in welcher temporäre Schneefälle vorkommen, die bei uns noch mit der Erdoberfläche coincidirt, nach den Tropen zu immer höher und höher liegt (Al. v. Humboldt, *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne, T. I. p.* 45. *Rél. histor. T. I. p.* 110.), so auch die untere Schicht der Atmosphäre, in welcher Hagel vorkommt.

VII. *Ueber die Bedingungen, unter welchen das Quecksilber durch Zink in rotirende Bewegungen gesetzt wird; von F. F. Runge.*

Wenn man einen Quecksilbertropfen mit einer gesättigten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul in Wasser übergieſst, und nun ein Stückchen Zink in's Quecksilber bringt, so geräth letzteres in *sehr heftige rotirende Bewegung;* eine Beobachtung, die ich bereits früher im

91. Bande dieser Annalen, S. 95., mitgetheilt habe, ohne mich auf eine nähere Erklärung dieses merkwürdigen Vorgangs einzulassen. Da ich später fand, dafs nur Zink *im festen Zustande*, nicht aber das in Quecksilber gelöste Zink oder das Zinkamalgam das Quecksilber in Bewegung setzt, ja dafs letzteres sogar die Bewegung *augenblicklich aufhebt*, so wurde ich hiedurch veranlafst eine Reihe neuer Versuche über diesen Gegenstand anzustellen, um die Einwirkung der Metalle und ihre Amalgame auf die Bewegungen der Zink-Quecksilberkette kennen zu lernen.

Vor allen Dingen ist es hiebei aber nöthig, die Umstände genau zu kennen, unter welchen das Quecksilber durch's Zink ohne Ausnahme in die genannte Bewegung versetzt wird. Diefs geschieht jedesmal, wenn die salpetersaure Quecksilberoxydullösung gesättigt und klar der Quecksilbertropfen *nicht gröfser ist* als 1—1½ Linien im Durchmesser, und die Zinkstückchen, welche man nach und nach zum Quecksilber bringt, auch nicht gröfser als 1 Linie lang und ¼ Linie dick sind.

Blei. Wirft auf einen Quecksilbertropfen, welcher unter den genannten Umständen durch Zink in rotirende Bewegung gesetzt worden, ein Stückchen *Blei*, so wird dadurch die Bewegung des Quecksilbers anfangs etwas aufgehalten, bald darauf geht sie aber wieder rasch von Statten, und am Zink häuft sich ein schwarzes Pulver an, welches während des Quecksilber-Umlaufs in der Flüssigkeit herumgestreut wird. Gröfsere Mengen Blei hemmen jedoch die Bewegung des Quecksilbers gänzlich.

Bringt man das Quecksilber mit dem Blei in Berührung, noch ehe es mit der Flüssigkeit übergossen und durch Zink in Bewegung gesetzt worden, so zeigt sich eine geringe Strömung und ein schwaches Zittern auf der Quecksilberoberfläche, sobald man die Flüssigkeit darübergegossen. Nach kurzer Zeit wird aber alles ruhig, und das Quecksilber bedeckt sich mit einer schwarzen

flüssigen, ächten Balsam erst nach 20 — 24stündigem Kochen ein gelbliches, leichtbrüchiges Harz, während ein alter lang gelagerter Balsam schon nach 8—10stündigem Kochen ein Harz von der erforderlichen Sprödigkeit gab. Man muſs also wohl darauf achten, wenn man sich dieser sonst sicheren Methode als Prüfung auf fette Oele bedient. Das Harz röthet, wie bekannt, Lackmuspapier, das durch eine gelinde Rectification erhaltene ätherische Oel aber zeigte nicht die geringste Reaction auf dasselbe.

Seit der Ausarbeitung dieses Aufsatzes habe ich auch krystallisirbare Verbindungen von Copaivaharz mit Kali und Natron erhalten, deren Beschreibung der Gegenstand einer künftigen Mittheilung seyn wird.

XIV. *Fundorte des Pyrophyllits.*

Ueber den eigentlichen Fundort des Pyrophyllits sind wir bisher noch im Ungewissen gewesen; das von Hrn. Hermann in Moscau analysirte Exemplar (d. Ann. Bd. 91. S. 592.) fand sich in einer Mineraliensammlung, ohne eine andere Angabe, als daſs es am Ural vorkomme. Es wird daher folgende Nachricht nicht ohne Interesse seyn. Hr. Prof. G. Rose, der auf seiner Reise nach Sibirien obiges Mineral bei Hrn. Hermann gesehen hatte, fand dasselbe später auch in der Mineraliensammlung des Hrn. Bergmeisters Völkner, und hier war auf der Etiquette die Gegend zwischen *Beresow* und *Pyschminsk* bei *Katharinenburg* als Fundort angegeben. *Beresow* ist auch in der K. Mineraliensammlung zu Berlin als Fundort einiger Stücke angegeben, die hier schon seit längerer Zeit aufbewahrt werden und beim blättrigen Talk liegen, mit welchem Fossil der Pyrophyllit bisher immer verwechselt worden ist.

Neben diesen Stücken von Beresow liegt noch ein

reinen Zinks mit dem Quecksilbertropfen unter der salpetersauren Quecksilberoxydullösung in Berührung bringt.

Bleizink. Ein Gemisch aus gleichen Milligrammen Blei und Zink versetzt die Quecksilberoberfläche in eine starke Strömung unter Herumsprühen eines schwarzen Pulvers. Die eine Hälfte des Quecksilbertropfens erscheint hiebei spiegelblank, indeſs die andere Hälfte von dem mit schwarzem Pulver bedeckten Bleizink eingenommen wird. Es tritt keine rotirende Bewegung des Quecksilbers ein. 2 Milligramm. Zink auf 1 Milligramm Blei verhalten sich eben so, nur daſs die Strömung etwas stärker ist. Vermehrt man das Verhältniſs des Zinks, so tritt endlich die rotirende Bewegung ein, wiewohl nie so heftig als beim reinen Zink.

Zinnzink. Eine Legirung aus gleichen Milligramm. färbt sich in der salpetersauren Quecksilberoxydullösung schwarz ohne sonstige Veränderungen zu zeigen; kommt sie aber gleichzeitig mit dem Quecksilbertropfen in Berührung, so schwillt sie auf einmal bedeutend auf, indem sich eine dicke schwarze Haut abtrennt, und ein explosionsartiges Umhersprühen eines schwarzen Pulvers erfolgt, welches durch die zugleich eintretende Strömung in der Flüssigkeit mit Gewalt herumgeschleudert wird. Zugleich zeigt das Quecksilber eine sehr schwache rotirende Bewegung. Auch hier erscheint, wie beim Bleizink, während der Strömung die eine Hälfte des Quecksilbertropfens spiegelblank, indeſs die andere entgegengesetzte, welche das Zinnzink berührte, mit einer Haut bedeckt ist: in beiden Fällen dadurch erklärlich, daſs die Strömungen ihre Richtung vom Quecksilber zum berührenden Metall, nicht aber umgekehrt nehmen. (Ich habe hierauf bereits bei dem Verhalten des Quecksilbers zum Eisen in Berührung mit Salpetersäure, diese Ann. Bd. 91. S. 95., aufmerksam gemacht.)

Wismuthzink zu gleichen Milligrammen zusammen-

Die Krystalle, welche höchstens die Gröfse eines Nadelknopfs besitzen, sind wie Stilbit-Krystalle mit den Seiten zusammengewachsen. Die Flächen des Prisma sind der Länge nach gestreift, die übrigen aber glatt und spiegelnd. Die Kleinheit der Krystalle und die Streifen machen die Winkelmessungen unsicher; da diese indefs sehr oft wiederholt wurden, so werden die folgenden Resultate derselben nicht sehr von der Wahrheit abweichen.

M gegen *M* = 62° 30′ * P gegen M = 101° 13′ 16″
M - M′ = 117° 30′ * S - r = 105° 4′ 57″
S - S′ = 88° 0′ * S - M = 116° 56′ 20″ *)
P - r′od. g (Kante d. Zusch.) geg. r = 112° 0′ *

Ebene Winkel d. Basis.	58° 46′ 44″ 121° 13′ 16″	Winkel d. Verticalfläch.	109° 3′ 36″ 70° 56′ 24″

Der Huraulit zeigt keine Theilbarkeit; sein Bruch ist glasig. Die Farbe ist röthlichgelb, etwas heller als die des Hyazinths. Er ist durchsichtig, wenig hart, wird von Stahl geritzt, ritzt aber Kalkspath. Sein specifisches Gewicht beträgt 2,270.

Er ist sehr schmelzbar; vor dem Löthrohr bekommt man eine schwarze Kugel, mit Metallglanz; im Kolben erhitzt giebt er Wasser.

Der Huraulit bildet kleine Gänge in dem Granite der Umgegend von Limoges; die einzigen bis jetzt bekannten Stücke sind von Hrn. Alluau gefunden, in einem zum Strafsenbau dienenden Steinhaufen. Er wird von einem fasrigen phosphorsauren Eisen von olivengrüner Farbe begleitet.

Die Analyse, welche Hr. Dufrénoy mit 2 Grm. des Huraulits nach Hrn. Berzelius Methode anstellte, gab folgendes Resultat:

Phosphorsäure	0,760
Eisenoxyd	0,256
Rothes Manganoxyd	0,729
Wasser	0,360
	2,105.

*) Der Winkel von S gegen M ist, wie alle nicht mit * bezeichneten, berechnet; mit dem Goniometer ergab er sich zu 116°. (Uebrigens ist der Aufsatz des Hrn. Dufrénoy leider mit keiner Figur versehn. *P.*)

bertropfen vollkommen flüssig ist, bringt ihn auch ein Stückchen reines Zink nicht zur Bewegung, diese erfolgt erst dann, wenn noch so viel Quecksilber hinzugesetzt worden, dafs das in demselben aufgelöste Zink nicht mehr als den 450—500sten Theil beträgt. In diesem Fall rotirt es wie reines Quecksilber, wenn man es mit einem Stückchen Zink in Berührung bringt.

Bleiamalgam. Bringt man während des Rotirens des Quecksilbers ein Wenig Bleiamalgam (aus gleichen Milligrammen zusammengeschmolzen) zu demselben, so steht es sogleich, unter Schwärzung seiner Oberfläche, still, wenn es beim Hineinwerfen gerade auf das Quecksilber traf; fällt aber das Bleiamalgam nebenbei, so schwärzt es sich in der Flüssigkeit, und das rotirende Quecksilberkügelchen, es mag auch noch so oft darauf stofsen, wird nicht davon afficirt, weil sie beide nicht an einander haften.

Mischt man einen Quecksilbertropfen mit einer geringen Menge Bleiamalgam, und übergiefst ihn mit der Flüssigkeit, so läuft die Oberfläche sogleich schwarz an. Bringt man nun Zink hinzu, so spaltet sich die schwarze Haut, fällt von der Oberfläche des Quecksilbers herunter und der Quecksilbertropfen kommt, wenn sein Bleigehalt nur ein geringer war, in schwache rotirende Bewegung. Ist dagegen der Bleigehalt gröfser, so geschieht nichts und Alles bleibt unbeweglich.

Zinnamalgam bringt das rotirende Quecksilber sogleich zur Ruhe, wenn ein kleiner Theil desselben damit in Berührung gebracht wird, unter augenblicklicher Bildung einer schwarzen Haut. Diese verschwindet nach und nach wieder, aber das Quecksilber kommt nicht zur Rotation, auch dann nicht, wenn man von Neuem noch Zink hinzusetzt.

Wismuthamalgam. Wird ein Tropfen wismuthhaltigen Quecksilbers mit der Quecksilberoxydullösung übergossen, so wird die Oberfläche schwarz. Zinkzusatz stellt

nach einiger Zeit den Glanz wieder her, und das Amalgam geräth nun in eine, wiewohl schwache, Bewegung. Zugleich zeigt sich eine bedeutende Strömung in der Flüssigkeit, die von der blanken Amalgamfläche ausgeht.

Bringt man, während ein Tropfen reinen Quecksilbers durch und mit Zink rotirt, ein Wenig Wismuthamalgam hinzu, so wird die Bewegung des Quecksilbers bedeutend verlangsamt, hört aber nicht ganz auf, was aber sogleich geschieht, sobald man noch etwas Amalgam hinzufügt.

Kupferamalgam als Pulver (aus gleichen Milligrammen Zink, Quecksilber und einem Kupfersalze dargestellt) mit dem rotirenden Quecksilber in Berührung gesetzt, unterbricht nur mechanisch und für den Augenblick die Bewegung, die sich nämlich bald wieder lebhaft einstellt, wenn das Kupferamalgam vom Quecksilber absorbirt worden und sich wieder eine blanke Oberfläche auf dem Quecksilbertropfen gebildet hat.

Ganz so wirkt ein pulvriges *Platinamalgam* (aus gleichen Milligrammen Zink, Quecksilber und salzsaurem Platin dargestellt). Es ist ganz indifferent und vermag auch nicht der Bewegungshemmung *entgegen*zuwirken, welche das Zinkamalgam bewirkt, denn durch dieses wird ein platinhaltiges, rotirendes Quecksilberkügelchen ebenfalls zum Stillstehen gebracht.

Dafs das Zinkamalgam die rotirende Bewegung des Quecksilbers hemmt, also die Einwirkung des festen Zinks =0 macht, scheint mir ein wichtiger Moment für die Erklärung des ganzen Phänomens zu seyn. Die Rotation des Quecksilbers scheint nämlich hienach auf der *Bildung* eines Zinkamalgams zu beruhen, und aufzuhören, wenn diese erreicht ist. Hiefür spricht noch, dafs Quecksilber, welches nach langem Rotiren endlich zur Ruhe gekommen ist, weder durch frisches Aufgiefsen von Quecksilberoxydullösung noch durch neu hinzugefügtes Quecksilber und Zink wieder zur Bewegung zu bringen ist.

Schliefslich bemerke ich noch, dafs, wie man vielleicht glauben sollte, der Magnet durchaus *keine* Einwirkung auf das rotirende Quecksilber zeigt, wenigstens ist es mir nicht gelungen, bei vielfältig abgeänderten Versuchen, mit einem grofsen 10 Pfund tragenden Magnet dieses zu bemerken.

VIII. *Nachträgliche Bemerkung über die reducirende Wirkung des Stickstoffes; von N. W. Fischer.*

Es war zu erwarten, dafs, so wie Stickoxyd und salpetrige Säure im freien Zustande, sie auch dann die Reduction des Goldes bewirken werden, wenn sie mit Basen verbunden sind, und so verhält es sich in der That. Die durch Glühen mehr oder weniger zersetzten salpetersauren Salze stellen auch mehr oder weniger schnell das Gold aus seiner Auflösung her. Um die Producte der durch's Glühen in verschiedenem Grade zersetzten Salze rücksichtlich dieser reducirenden Wirkung näher zu prüfen, sah ich mich genöthigt das Verhalten der verschiedenen salpetersauren Salze beim Glühen sorgfältig zu untersuchen, und zwar um so mehr, als die Angaben hierüber sich sehr widersprechen, und die neuesten, von Hefs, diese Annal. 1828, Heft 2. S. 257., manches offenbar Unrichtige enthält. Das Ergebnifs dieser Untersuchung werde ich an einem anderen Orte bekannt machen; hier nur Folgendes in Betreff der reducirenden Wirkung.

Das Stickoxydkali, welches aus dem geglühten Salpeter immer nur nach vorhergegangener sorgfältiger Trennung von den andern Producten rein erhalten werden kann, reducirt schnell und vollkommen die Goldauflösung; andere Metalle werden nicht reducirt, ob es gleich mit mehreren, wie mit Silber, Blei, Quecksilber und Kupfer-

salzen, eigenthümliche Wirkungen hervorbringt, welche in Zersetzung beider Salze und Bildung von Stickoxydmetalle beruht. — Bei der Palladiumauflösung allein erfolgt eine Desoxydation, so dafs die braune Auflösung entfärbt wird. —

Die Reduction des Goldes findet, obgleich langsamer und schwächer, auch dann statt, wenn die Zersetzung des Salpeters und folglich das dargestellte Stickoxydkali sehr unbedeutend, und von den andern Salzen nicht getrennt worden ist, da hingegen die Erscheinungen bei den anderen Metallsalzen nur von dem reinen Stickoxydkali hervorgebracht werden. Wir sehen demnach, dafs, so wie das Stickoxyd im freien Zustande, auch das mit Alkalien verbundene, nur das Gold, aber nicht das Palladium wieder herstellt.

Dagegen überzeugte ich mich von Neuem, dafs Stickluft weit schneller Palladium als Gold wieder herstellt, indem die in einem kleinen Gläschen enthaltene Palladiumauflösung in einem mit Stickluft — aus der atmosphärischen durch Phosphor und nachherigem Reinigen dargestellt — gefüllten Cylinder von 4″ Inhalt eingeschlossen, nach 14 Tagen ein starkes Metallhäutchen auf der Oberfläche der Flüssigkeit zeigte, während die Goldauflösung, unter denselben Umständen, nur eine schwache Reduction am Rande des Gläschens zeigte.

Diese Reduction des Palladiums in Stickluft zeigt zugleich den Unterschied gegen die in der atmosphärischen Luft, dafs sie ohne alle Verdunstung erfolgt — da in dem kleinen abgeschlossenen Raume nur eine sehr unbedeutende statt finden kann — während in der atmosphärischen Luft die Verdunstung eine wesentliche Bedingung der Reduction ist.

IX. *Ueber die Zusammensetzung der problematischen jodichten Säure.*

Wie man diese problematische Säure mit Natron verbunden erhält, und welche Eigenschaften die Krystalle dieser Verbindung besitzen, habe ich schon früher angeführt *); ich kann zu den angeführten Versuchen keine neuen hinzufügen, durch welche man entscheidend beweisen kann, ob diese Krystalle jodichtsaures Natron sind, oder eine Verbindung von Jodnatrium mit jodsaurem Natron. Am leichtesten kann man die Verbindung mit absolutem Alkohol untersuchen; sie wird dadurch in jodsaures Natron, welches in absolutem Alkohol unlöslich ist, und in Jodnatrium, welches sich darin auflöst, zerlegt. Ich erhielt nach eiher Untersuchung, bei welcher das jodsaure Natron und Jodnatrium bestimmt, und das Wasser aus dem Verluste beobachtet wurde, von 100 Theilen der Verbindung

37,1 jodsaures Natron
29,2 Jodnatrium
33,7 Wasser

Hätte die Verbindung gleiche Proportionen jodsaures Natron und Jodnatrium gegeben, und hätte der Sauerstoff des Wassers zum Sauerstoff des Natrons in Jodnatrium wie 20:1 sich verhalten, so würde ich von 100 Theilen erhalten haben:

37,48 jodsaures Natron
28,37 Jodnatrium
34,15 Wasser.

Vertheilt man den Sauerstoff dieser Verbindung ($N\overline{J}+\dot{N}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\overline{J}}+20\dot{\overline{H}}$) so, dafs alles Natrium als Natron darin enthalten ist, und dafs das Jod mit dem übrigen Sauerstoff eine niedrigere Oxydationsstufe bildet, so entsteht daraus jo-

*) Diese Annalen, Bd. 87. S. 162.

fäſsbarometer war; das Gefäſs hatte einen innern Durchmesser von ungefähr 7 $\frac{1}{4}$ Linien, die Röhre von 2 $\frac{1}{4}$ Lin.; der Nullpunkt der beweglichen Eintheilung war durch eine stählerne Spitze bezeichnet, die man auf die Oberfläche des Quecksilbers einstellte; ein ebenfalls beweglicher Nonius, dessen der Röhre zugewendeter Theil dieselbe ringförmig umfaſste, gab Zehntheile einer Linie an. Die Röhre selbst war durch kleine metallene Stützen so befestigt, daſs sie das Holz, welches der Länge nach gespalten war, nirgends berührte; diese Einrichtung erleichtert sehr das Ablesen, aber da das Thermometer in das Holz eingelassen ist, so erfährt man nie genau die Temperatur des Quecksilbers, weil man nicht immer annehmen kann, daſs die Temperatur des Holzes der Temperatur des in der freistehenden Röhre enthaltenen Quecksilbers gleich sey.

Die gröſste Anzahl von Beobachtungen wurde in Kasan und Slatoust gesammelt. Die barometrischen Beobachtungen in Kasan sind nach einander von dreien meiner Zuhörer, den HH. Schestakof, Takrowsky und Tschepin, unter meiner Aufsicht angestellt worden, mit einem Gefäſsbarometer von Pixii, bei welchem die untere Quecksilberfläche so breit war, daſs man die Oscillationen ihres Niveaus vernachlässigen konnte, und nur das obere Niveau zu beobachten brauchte. Die Beobachtungen wurden um 9 Uhr Morgens, um 12 Uhr, um 3 und 9 Uhr Nachmittags angestellt; sie sind alle bereits auf Null reducirt und wegen der Capillarität corrigirt.

In Slatoust beobachtete Hr. v. Santen, Controleur am dasigen Bergamt, ein Mann, der mit gründlicher Kenntniſs des Gegenstandes Geschicklichkeit im Beobachten verbindet. Die Instrumente waren im Hause des Hrn. Director-Gehülfen v. Herrmann aufgestellt. Das Barometer war durchaus demjenigen ähnlich, welches ich oben beschrieben habe, und welches ebenfalls dem Slatoustschen Bergamte gehörte.

cd angepafst, welche durch eine 2 bis 3 Fufs lange Glasröhre verlängert wird. Diese pafst in die eine Oeffnung einer zweihalsigen Flasche. *ef* ist ein kreisförmiges Eisenblech, welches auf dem Boden des obern Tiegels ruht und in der Mitte ein Loch hat, um über die Röhre angesteckt zu werden. Es dient, um den Kork *g*, durch welchen die 4—6″ lange gläserne Röhre *ag* verschlossen wird, vor der Einwirkung des Feuers zu schützen, und zugleich zu gestatten, dafs diese Röhre mit der Hand angefafst werden könne. Der innere Raum beider Tiegel wird bis an den Hals mit ½ Cubikz. grofsen Holzkohlen angefüllt. So vorgerichtet, wird der Apparat, wie es die Figur zeigt, in einen gut ziehenden Windofen gebracht, und einer guten Rothglühhitze ausgesetzt. Sobald kein Wasser mehr übergeht und der innere Raum des Apparates beim Hineinsehen durch *g* stark rothglühend erscheint, fängt man an, in die Röhre *gb* kleine cylindrische Schwefelstangen (1″ lang und ½″ dick) einzutragen. Nach Einbringen jeden Stückes wird der Kork *g* sogleich verschlossen *) und etwa 1 Minute gewartet, ehe wieder ein neues Stück eingetragen wird.

Der Kohlenschwefel wird in die Flasche abdestilliren, die in Schnee oder in kaltes Wasser gestellt werden, und wenn man will, etwas Wasser enthalten kann. Es ist nicht anzurathen, die Glasröhre unter Wasser münden zu lassen, weil durch den auf solche Weise herbeigeführten Druck die Gase leicht bei den Einfügungen der Thonröhren oder durch deren Form herauszudringen veranlafst werden. Die Verdichtung erfolgt übrigens bei gehöriger Länge der Glasröhre und guter Abkühlung der Flasche so vollständig, als sie sich überhaupt, auch beim Durchführen durch Wasser bewerkstelligen läfst. Das Gas läfst man durch den zweiten Hals der Flasche an einem beliebigen Ort entweichen.

*) Um die Glasröhre *ag* festhalten zu können, ist es gut, sie mit einem 1″ *breiten Streifen* rauhen Papiers zu bekleiden.

Höchster und niedrigster Stand in jedem Monate.

Monate.	Maximum.	Minimum.	Differ.	Differ. d. Max. und Mittels.	Differ. d. Min. und Mittels.
1827. Nov.	777,6 (d.14.)	750,8 (d.22.)	26,8	15,5	11,3
Dec.	767,0 (d.15.)	735,9 (d. 5.)	31,1	15,5	15,6
1828. Jan.	773,7 (d.10.)	733,6 (d.24.)	40,1	16,5	23,6
Febr.	781,9 (d. 7.)	741,4 (d.28.)	40,5	20,8	19,7
März	771,5 (d. 8.)	742,5 (d. 5.)	29,0	17,0	12,0
April	765,4 (d.18.)	743,0 (d.15.)	22,4	10,6	11,8
Mai *)	767,6 (d. 8.)	736,6 (d. 6.)	31,0	12,6	18,4
Juni	762,4 (d. 3.)	743,7 (d.17.)	18,7	9,8	8,9
Juli	755,9 (d.12.)	736,7 (d.15.)	19,2	9,6	9,6
Aug.	765,5 (d.27.)	739,9 (d.14.)	25,6	13,0	12,6
Sept.	759,6 (d.18.)	741,9 (d. 5.)	18,7	7,8	9,9
Oct.	773,0 (d.28.)	736,8 (d.18.)	36,2	18,2	19,0
Mittel	768,4	740,2	28,2	13,9	14,4

Das Mittel aus 74 Beobachtungen im October 1825 angestellt, mit einem Heberbarometer von Pixii, welches mit dem obigen vollkommen übereinstimmte (nachdem man das letzte wegen der Capillarität corrigirt) gab 754^{mm},2 bei 0°. Die Combination von 116 Beobachtungen im September desselben Jahres angestellt, 749^{mm},8 ebenfalls bei 0°. Bronners Beobachtungen geben (4 Jahre 1814—17 und mehr als 4000 Beob.) 29,79 englische Zolle: hievon sind 0,12 abzuziehen, wegen des höheren Standpunkts der oben mitgetheilten Beobachtungen (im Universitätsgebäude); also 29″,67 engl. = 753^{mm},5.

II. Slatoust.

Die barometrischen Beobachtungen, deren Resultate ich hier mittheile, und an solchen Stunden angestellt,

*) Hier ist zu bemerken, daſs im Mai alle Flüsse austreten, und die Wolga eine so groſse Ueberschwemmung macht, daſs fast der ganze niedrige Theil der Stadt unter Wasser, und die Communication mit den Vorstädten zu Lande ganz aufgehoben ist.

XIII. *Ueber das Verhalten der Aetzammoniakflüssigkeit zum Copaivabalsam, und über eine krystallisirbare Verbindung des Copaivaharzes mit dem Aetzammoniak;*
von G. Schweitzer.

Aetzammoniakflüssigkeit von 0,95 spec. Gewicht in einigen Tropfen mit Copaivabalsam vermischt und geschüttelt, giebt demselben ein trübes, milchiges Ansehen, und erst bei einem Zusatz, der, dem Gewichte nach, ein Siebentel des ganzen Gemisches beträgt, wird dasselbe klar, sobald der Balsam frei von fetten Oelen ist, jedoch nach einiger Zeit und besonders in der Kälte trübt sich das Gemisch. Beim fernern Zusatz von Aetzammoniakflüssigkeit nimmt die Klarheit zu, bis dieselbe ein Viertel des Gemisches erreicht hat, überschreitet man diefs Verhältnifs und zwar mit kleinen Zusätzen, so nimmt die Klarheit nur wenig, oft nur in der Kälte bemerkbar, ab. Bei einem gröfsern Zusatz erscheint das Gemisch weifs, und es scheidet sich nach einiger Zeit die Balsamseife ab, während darüber die überschüssige Aetzammoniakflüssigkeit mit Spuren von Balsam sich befindet. Bekanntlich gründet sich auf das Zusammenmischen des Balsams mit der Aetzammoniakflüssigkeit eine Methode, die Gegenwart fetter Oele in diesem Balsam zu entdecken, und nach angestellten Versuchen ist das Verhältnifs 3 Gewichttheile Balsam und 1 Gewichttheil Aetzammoniakflüssigkeit das beste, um selbst geringe Beimischungen aufzufinden. Planche führt an, dafs sowohl von Ricinusöl, als auch von jedem andern fetten Oele nur 1 Th. mit 7 Th. Balsam vermischt zu seyn brauche, um auf diese Weise wahrgenommen zu werden; ich aber fand, dafs ein Gemisch von 1 Th. Ricinusöl und 4 Th. Bal-

sam eine Trübung mit Aetzammoniakflüssigkeit gaben, andere fette Oele dagegen in weit geringerer Quantität das Gemisch trübten. Ein mit fettem Oel verunreinigter, und mit der richtigen Menge Aetzammoniakflüssigkeit vermischter und geschüttelter Balsam wird bei einer Beimengung, die $\frac{1}{9}$ des Balsams beträgt, milchig; es sondert sich nach einiger Zeit die klare Balsamseife, darüber aber eine wäſsrige Flüssigkeit ab, welche aus fettem Oel, einem Theil ätherischen Oel und wenig Aetzammoniakflüssigkeit besteht. So gab der mit $\frac{1}{9}$ Leinöl vermischte Balsam die stärkste Trübung, dann folgte Baumöl, Mandelöl und Mohnöl; Mandelöl nahm aber am meisten von dem ätherischen Oele auf.

Copaivabalsam, der sich durch Prüfung rein zeigte, wurde in verschiedenen Gewichtsverhältnissen mit Aetzammoniakflüssigkeit versetzt und in kleinen wohl verschlossenen Gläsern hingestellt, um zu beobachten, ob die Zeit wohl eine wesentliche Veränderung hervorbringe. Nach Verlauf von mehreren Wochen bemerkte ich in einem Gläschen deutliche Krystalle; ich wiederholte den Versuch mit einer gröſsern Quantität, und fand nach einigen Wochen im Balsam weiſse, glänzende, nadelförmig krystallinische Anhäufungen. Das beste Verhältniſs hiebei ist, nach meinen Beobachtungen, 9 Gewichttheile Balsam und zwei Gewichttheile Aetzammoniakflüssigkeit von dem oben angeführten specifischen Gewicht; mit weniger Aetzammoniakflüssigkeit gelang es nicht, die Krystalle zu erzeugen, eine gröſsere Menge ist nicht hinderlich. Der Zeitraum, in welchem sich diese krystallinische Verbindung (deren Zusammensetzung ich unten aus einander setzen werde) erzeugt, hängt von der Temperatur ab; so sahe ich bei $+8^{0}$ R. die Krystalle erst in der fünften Woche entstehen, bei höheren Temperaturgraden bemerkte ich keine Bildung; der Grund ist in der leichten Löslichkeit dieser Verbindung im überschüssigen Balsam bei höherer Temperatur zu suchen. Will man

die Verbindung recht schnell erzeugen, so mufs man sowohl den Balsam, als auch die Aetzammoniakflüssigkeit einige Grade unter Null erkälten, und das vorher stark geschüttelte Gemisch —10° R. oder einer noch niedrigern Temperatur aussetzen. Man erhält auf diese Weise oft schon in einem Tage die Verbindung, die aber erstarrt, trübe und fast von der Consistenz des Honigs erscheint. Zu erwähnen ist die freiwerdende Wärme bei der Anfertigung des Gemisches; es stieg nämlich in einem zehn Loth schweren frisch bereiteten Gemisch, dessen Aetzammoniakflüssigkeit und Balsam vorher bis zu $-\frac{1}{2}$° R. erkaltet war, die Temperatur auf +11° R.

Die mit Balsam umhüllten Krystalle zerfliefsen auf der Hand, und nach mehreren Versuchen bewies sich folgende Methode, dieselben im isolirten reinen Zustande darzustellen, als die beste. Man bringt das erstarrte Gemisch auf ein Seihtuch und läfst es so lange darauf, als noch, ohne zu pressen, etwas abtröpfelt; und schüttelt das Zurückbleibende mit nur wenig Aether. Der Aether löst den Balsam auf, und läfst, bis auf einen unbedeutenden Verlust, die Verbindung ungelöst zurück. Nachdem man den Aether davon getrennt und den Rückstand zwischen Druckpapier bei niedriger Temperatur getrocknet hat, wo die Verbindung in kleinen, perlmutterglänzenden Krystallen erscheint, löst man diese in absolutem Alkohol auf und stellt die Lösung zur Gewinnung grofser Krystalle in die Nähe eines wohl erwärmten Ofens leicht verdeckt hin. Je concentrirter die Lösung ist, um so ansehnlichere Krystalle erzeugen sich, die gröfsten bilden sich stets auf dem Boden des Gefäfses; auf der Flüssigkeit selbst zeigen sich keine, sie steigen aber an den Wänden des Gefäfses oft bis zu zwei Zoll über die Flüssigkeit hinauf, diese sind stets unregelmäfsig und erscheinen oft in Form von Blumen.

Die grofsen Krystalle, deren Länge oft 4 bis 6 Linien beträgt, *sind*, nach Hrn. Prof. G. Rose's Bestim-

mung, wenig geschobene, vierseitige Prismen von 90° 40′, deren schärfere Seitenkanten öfters gerade abgestumpft sind, und auf deren stumpfere eine Zuschärfung von 126° 50′ gerade aufgesetzt ist. Die Flächen sind selten ganz eben, meistens etwas gewölbt, daher sich die Winkel nicht mit großer Genauigkeit bestimmen lassen. Die Krystalle sind in keiner Richtung spaltbar, sie sind weiß, nicht vollkommen durchsichtig, meistens nur durchscheinend und sehr weich.

Was die Zusammensetzung dieser Verbindung anbetrifft, so besteht sie aus dem Harze des Copaivabalsams und Aetzammoniak. Die Gegenwart des Ammoniaks läßt sich sehr leicht entdecken, wenn man einige Krystalle mit etwas Aetzkaliflüssigkeit übergießt und einen mit Chlorwasserstoffsäure benetzten Glasstab über die Oberfläche hält; die sich bildenden weißen Nebel zeigen die Gegenwart desselben an. Erhitzt man etwas von der Verbindung in einer kleinen an einem Ende zugeschmolzenen Glasröhre, so erkennt man deutlich den Ammoniakgeruch; biegt man die Röhre und leitet das offene Ende in eine verdünnte Auflösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul, so erhält man beim Erhitzen der Verbindung einen schwarzen Niederschlag, Quecksilberoxydul.

Eigenthümlich ist es, daß das Ammoniak so lose an das Harz gebunden ist; läßt man die Krystalle nur einige Zeit an der Luft liegen, so zeigt sich bald keine Spur mehr von Ammoniak; dasselbe zeigt sich, wenn die Verbindung oft umkrystallisirt wird, dabei behalten die Krystalle unverändert ihre Form bei. Der Rückstand nach der Verflüchtigung des Ammoniaks ist reines Harz, das ganz die Eigenschaft des bei der Destillation des Balsams gewonnenen Harzes hat. Löst man die Krystalle, die ihren Ammoniakgehalt verloren, in Alkohol auf und versetzt sie mit einer alkoholischen Lösung von essigsaurem Kupferoxyd, so ist der Niederschlag in seinem Verhalten dem ganz gleich, der aus der alkoholischen Lö-

sung des reinen Harzes erhalten wird, aber wesentlich von dem unterschieden, der aus einer alkoholischen Lösung des Copaivabalsams gefällt wird.

Die Krystalle haben, wie das Harz, einen bittern Geschmack, einen schwachen Geruch nach Balsam, sind schwerer als Wasser, werden von kaltem Wasser nicht verändert, im heifsen verlieren sie das Ammoniak, sie lösen sich sehr leicht in absolutem Alkohol, weniger leicht in Aether und Weingeist auf. Aetzammoniakflüssigkeit und Aetzkaliflüssigkeit wirken nicht darauf ein, in fetten und ätherischen Oelen lösen sie sich auf. Verdünnte Säuren entziehen der Verbindung Ammoniak, ohne die Krystallform zu ändern. Werden die Krystalle mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, so lösen sie sich unter schwachem Aufbrausen und die Säure färbt sich rothbraun; erhitzt schwärzt sich die Säure, entwickelt schweflichte Säure, und beim Zusatz von Wasser scheidet sich das veränderte Harz in braunen Flocken aus. Concentrirte Salpetersäure verändert die Krystallform nicht, erhitzt lösen sich die Krystalle auf, und durch einen Zusatz von Wasser scheidet sich das Harz in weifsen Flokken aus. Concentrirte Chlorwasserstoffsäure bräunte die Krystalle nur in der Hitze. Bei niedriger Temperatur erhalten sich die Krystalle an der Luft, in der Wärme aber schwinden sie und werden mehlig.

Die Gegenwart fetter Oele hindert nicht die Bildung dieser Verbindung, auch erzeugt sie sich in der Kälte in offnen Gefäfsen. — Ich versuchte, die Verbindung auf directem Wege darzustellen, indem ich die alkoholische Lösung des Copaivaharzes mit der angemessenen Quantität Aetzammoniakflüssigkeit versetzte, doch es gelang nicht.

Bei der Darstellung des Harzes bemerkte ich, dafs der Zeitraum, in welchem das Harz durch Auskochen die erforderliche Sprödigkeit zeigte, von dem Alter des Balsams abhängt; so erhielt ich von einem frischen, dünn-

woraus:

2) Höhe der Staurolithenkuppe des

	Meter.	Par. Fuſs.
Taganai über Slatoust	622,5	1916,2

Am Fuſse der mittleren Kuppe, oder auf der Höhe des Bergrückens, welcher die drei Kuppen trägt, wurde folgende Barometerhöhe beobachtet:

Den 12. August 10 Uhr Vormittags

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	24z. 11,6	18,5	18
Slatoust	26 7,9	17,5	20

woraus:

3) Höhe des ersten Absatzes des Taganai

	Meter.	Par. Fuſs.
über Slatoust	574,8	1769,3

Am Fuſse des Taganai breitet sich, im NW. desselben, ein morastiges Thal aus, in welchem an demselben Tage zwei Barometerbeobachtungen gemacht wurden.

Morgens um 7 Uhr:

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	25z. 7l.,3	16°,5	16,0
Slatoust	26 8 ,2	17 ,2	13,3

Abends um 6 Uhr. (Ein Gewitter ist im Anzuge).

	Baromnter	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	25z. 7l.,5	19°,0	19
Slatoust	26 7 ,5	19 ,0	19,0

	Meter.	Par. Fuſs.
Die erste Beobachtung giebt	350,6	1079,4
Die zweite	334,4	1029,5

Also im Mittel:

4) Höhe des Thales am Fuſse des Taganai

	Meter.	Par. Fuſs.
über Slatoust	347,5	1054,5

nach Verlauf von einem halben Tag, findet man alsdann einen etwa $\frac{1}{6}$ Linie dicken Kupferstreifen, so weit er in den Schwefelkohlenstoff taucht, durch und durch in Schwefelkupfer verwandelt, welches zwar ganz dicht und im Bruche glänzend, aber durchaus nicht krystallinisch ist. — Die von Becquerel angegebene Bildung von Kupferoxydulkrystallen fand dabei nicht statt, wenn auch genau nach seiner Vorschrift verfahren und die Substanzen mehrere Wochen lang mit einander in Berührung gelassen wurden. — Dieser Versuch hat also nur in sofern einige Merkwürdigkeit, als er uns eine neue Bildungsweise von Schwefelmetallen kennen lehrt.

XI. *Der Aeschynit, ein neues Mineral.*

Das Mineral, welches Menge von Miask im Ural mitgebracht, und dessen Verhalten vor dem Löthrohr ich in der »Anwendung des Löthrohrs,« S. 216., angeführt habe, ist in meinem Laboratorium von Hartwall analysirt worden. Es besteht aus Titansäure 56, Zirkonerde 20, Ceroxyd 15, Kalkerde 3,8, Eisenoxyd 2,6 und Zinnoxyd 0,5. Das Nähere dieser Analyse hat Hartwall nicht für des Anführens werth gehalten, da sie hinsichtlich des Quantitativen keine völlige Gewifsheit besitzt, indem wir bis jetzt noch kein Mittel kennen, Titansäure und Zirkonerde völlig von einander zu trennen. In Beziehung auf diesen Umstand möchte ich für dieses Mineral den Namen Aeschynit vorschlagen, vom griechischen Worte *αισχύνω* abgeleitet. (Berzelius in s. Jahresbericht, IX. S. 195.)

Die Krystalle, welche höchstens die Gröfse eines Nadelknopfs besitzen, sind wie Stilbit-Krystalle mit den Seiten zusammengewachsen. Die Flächen des Prisma sind der Länge nach gestreift, die übrigen aber glatt und spiegelnd. Die Kleinheit der Krystalle und die Streifen machen die Winkelmessungen unsicher; da diese indefs sehr oft wiederholt wurden, so werden die folgenden Resultate derselben nicht sehr von der Wahrheit abweichen.

M gegen *M* = 62° 30′ * P gegen M = 101° 13′ 16″
M - M′ = 117° 30′ * S - r = 105° 4′ 57″
S - S′ = 88° 0′ * S - M = 116° 56′ 20″ *)
P - r′ od. g (Kante d. Zusch.) geg. r = 112° 0′ *

Ebene Winkel d. Basis. { 58° 46′ 44″, 121° 13′ 16″ } Winkel d. Verticalfläch. { 109° 3′ 36″, 70° 56′ 24″ }

Der Huraulit zeigt keine Theilbarkeit; sein Bruch ist glasig. Die Farbe ist röthlichgelb, etwas heller als die des Hyazinths. Er ist durchsichtig, wenig hart, wird von Stahl geritzt, ritzt aber Kalkspath. Sein specifisches Gewicht beträgt 2,270.

Er ist sehr schmelzbar; vor dem Löthrohr bekommt man eine schwarze Kugel, mit Metallglanz; im Kolben erhitzt giebt er Wasser.

Der Huraulit bildet kleine Gänge in dem Granite der Umgegend von Limoges; die einzigen bis jetzt bekannten Stücke sind von Hrn. Alluau gefunden, in einem zum Strafsenbau dienenden Steinhaufen. Er wird von einem fasrigen phosphorsauren Eisen von olivengrüner Farbe begleitet.

Die Analyse, welche Hr. Dufrénoy mit 2 Grm. des Huraulits nach Hrn. Berzelius Methode anstellte, gab folgendes Resultat:

Phosphorsäure	0,760
Eisenoxyd	0,256
Rothes Manganoxyd	0,729
Wasser	0,360
	2,105.

*) Der Winkel von S gegen M ist, wie alle nicht mit * bezeichneten, berechnet; mit dem Goniometer ergab er sich zu 116°. (Uebrigens ist der Aufsatz des Hrn. Dufrénoy leider mit keiner Figur versehn. *P.*)

Der Gewichtsüberschufs und auch ein directer Versuch, wobei das Fossil in Salzsäure gelöst und mit rothem Cyan-Eisen-Kalium versetzt wurde, überzeugten Hrn. D., dafs die Metalle als Oxydule in denselben enthalten seyen. Dann gab die Analyse:

		Berechnung.	Sauerstoffgehalt.	
Phosphorsäure	38,00	36,52	8	
Eisenoxydul	11,10	11,23	1	4
Manganoxydul	32,85	34,95	3	
Wasser	18,00	17,26	6	
	99,95	99,96.		

Die Berechnung ist nach der Formel:

$$3\dot{Mn}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^2 + \dot{F}^5 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}{}^2 + 30\dot{H} \ldots *)$$

angestellt, die, wie man sieht, dem beobachteten Resultat sehr wohl entspricht.

Den Namen Huraulit gab Hr. Alluau diesem Minerale, weil er es in der Gemeine von Huréaux fand.

II. Der Hétépozit.

Bis jetzt ist derselbe nur in blättrigen Massen gefunden, die zwar nach drei Richtungen eine gleich leichte, aber wenig scharfe Theilbarkeit zulassen. Die daraus hervorgehende Grundform ist ein schiefes rhomboïdales Prisma, von einem Winkel von etwa 100 bis 101°. Der Glanz ist wenig lebhaft, ein Fettglanz wie der des Apatits. Die Lamellen spiegeln nicht so gut, um zu Messungen mit dem Reflexionsgoniometer zu dienen. Die Farbe dieses Minerals ist grünlichgrau, etwas bläulich; es hat ganz das Ansehen einer steinigen Substanz. Diefs gilt jedoch nur von den aus der Mitte gröfserer Massen herausgenommenen Stücken; die mit der Luft in Berührung gewesenen Flächen haben eine schöne violette Farbe, und statt des Glasglanzes einen Halbmetallglanz. Durch diese Zersetzbarkeit an der Luft werden die Theilbarkeitsflächen noch matter so dafs sie sich nur mit dem Haüy'schen Goniometer messen lassen.

Der unzersetzte Hétépozit ist ziemlich hart; er ritzt Glas mit Leichtigkeit, Quarz aber nicht. Im zersetzten Zustande ist er weniger hart, und er wird alsdann vom

*) Nämlich nach den neueren Atomgewichts-Bestimmungen von Berzelius (Bd. XIV. dies. Ann.); Hr. Dufrénoy gebraucht noch die älteren. *P.*

woraus:

	Meter.	Par. Fufs.
13) Höhe von Kasan über dem Spiegel des Kaban	24	74
14) Höhe d. Kaban üb. d. Meeresfläche	16,5	50

Anmerkung. Der Kaban liegt nur wenige Meter höher als die Wolga. Man kann die Höhe von Kasan (Universitätsgebäude) über der Wolga auf 90 Fufs anschlagen.

15) Der Spiegel der Mösch bei Abuchowa fand sich fast genau eben so hoch, als die vorhergehende Station, wie man aus der folgenden Beobachtung sieht.

Den 25. Juli, 9 Uhr Morgens.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Auf dem Spiegel der Mösch	28z. ½l.	22° C.	22° C.
Kasan	754mm,7	0	15 R.

16) An demselben Tage wurde noch die Höhe von Schuran (am rechten Ufer der Kama) über dem Spiegel der Kama gemessen.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Schuran	27z. 11l. ½	23° ½ C.	23° ½ C.
Kama	28 1	21 C.	21 C.

woraus man diese Höhe gleich 42 Meter oder 130 Par. Fufs findet. Zu derselben Zeit war in Kasan die Höhe des Barometers gleich 754mm,7 bei 0° Quecksilbertemperatur und 14°,5 R. Temperatur der Luft. Schuran liegt also nur wenig höher als Kasan, und die Kama bei Schuran hat fast genau dieselbe Höhe als die Wolga bei Kasan, obgleich Kasan viel entfernter vom Zusammenflufs dieser beiden Flüsse ist, als Schuran. Die Kama hat also einen viel bedeutenderen Fall als die Wolga, auch geht der Strom der ersteren viel geschwinder als der der zweiten.

17)

ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, ZWÖLFTES STÜCK.

I. *Barometrische Beobachtungen, gesammelt auf einer im Jahre* 1828 *unternommenen Reise nach dem Ural; von A. T. Kupffer.*

Da kurz vor meiner Abreise von Kasan mein einziges Gay-Lussac'sches Reisebarometer zerbrach, so war ich gezwungen, mir selbst eines zu machen, denn es würde mehrere Monate gedauert haben, bis ich ein neues aus St. Petersburg hätte bekommen können. Ich nahm zwei Röhren, von demselben Durchmesser, die eine 32 Zoll, die andere 8 Zoll lang; die längere schmolz ich an einem Ende zu, die andere blieb an beiden Enden offen. Die längere Röhre wurde erst mit destillirtem Quecksilber gefüllt und sorgfältig ausgekocht (mit der Lampe, nach der Rommershausen'schen, in diesen Annalen beschriebenen, Methode), dann mit der anderen Röhre durch eine, mit einem Hahn versehene, kurze zweischenkliche Röhre von Eisen verbunden. Die kleinere, an ihrem oberen Ende ebenfalls offene Röhre war an ihrem obern Rande so gestaltet, dafs man bequem Quecksilber heraus und hineingiefsen konnte, und war hier mit einem Stück Leder zugebunden, das kein Quecksilber herausfallen liefs, wenn man das Barometer umkehrte, aber doch der Luft freien Zutritt gestattete.

Dieses Schenkelbarometer befand sich in einem zweck-

20) Der Unterschied der correspondirenden Barometerstände von Slatoust und Bogoslowsk wurde in Beobachtungen an zwei verschiedenen Tagen, einmal 11^{mm},8, das andere Mal 10,2 gefunden, also im Mittel 11^{mm},0, bei einer mittleren Temperatur der Luft und des Quecksilbers von 20° C. Bogoslowsk liegt niedriger als Slatoust, und zwar, nach diesen Beobachtungen, um etwa 132 Meter. Also:

Höhe von Bogoslowsk über dem Meere 232 Meter
oder ungefähr 700 Fuſs.

Erläuternde Bemerkungen.

Es ist bekannt, daſs der Ural die Grenze der Fluſsgebiete des europäischen und asiatischen Ruſslands bezeichnet; doch bildet er keinen zusammenhängenden Gebirgszug, den man als die eigentliche Wasserscheide ansehen könnte.

Im Bezirke von Slatoust bildet der Ural drei Bergzüge, die sich in paralleler Richtung von SW. und NO. erstrecken, und deren Höhe von West nach Ost abnimmt. Der westlichste und höchste Zug besteht aus drei Gruppen, welche verschiedene Namen tragen, die Urengā, der Taganai, und die Jurmā. Sie liegen alle drei auf derselben Linie, welche zugleich die Streichungslinie des Glimmerschiefers ist, aus dem sie bestehen.

Wenn man von Südwest nach Nordost fortgeht, so fängt dieser zweimal unterbrochene Bergzug mit der Urengā an; dieses Gebirge gilt in der Umgegend für sehr hoch, doch scheint es mir niedriger zu seyn als der Taganai, und mag sich nicht viel über 3000 Fuſs über der Meeresfläche erheben. Es wird nach Nordost hin immer niedriger, und bildet dicht neben Slatoust, welches am nördlichsten Ende desselben liegt, zwar sehr steil ansteigende, aber nicht über 1000 Fuſs über Slatoust sich erhebende Berge. Bei Slatoust flieſst der Aï durch das enge Thal, welches die Urengā vom Taganai trennt.

Um zu sehen, ob diese Methode sich auch an gar nicht ausgekochten Barometern bewährt, machte ich in Slatoust noch folgenden Versuch, den ich hier gleich mittheile. Eine an einem Ende zugeschmolzene Röhre von 3 Linien Durchmesser wurde auf dem Glase selbst in Linien getheilt, und ohne sie auch nur vorher recht auszutrocknen, mit destillirtem Quecksilber gefüllt, und umgekehrt in eine Schaale mit Quecksilber gestürzt. Indem sie bald weniger bald mehr hineingesenkt wurde, wurden folgende Höhen beobachtet:

1)	Höhe d. Quecksilb.	$26^{z.}\ 3^{l.},6$	Länge d. leeren Raumes	20,4
2)	- - -	26 5,8	- - - -	42,2

Combinirt man diese Beobachtungen, so findet man $x = +2^{l.},1$.

Die wahre Barometerhöhe war also $26^{z.}\ 5^{l.},8 + 2^{l.},1 = 26^{z.}\ 7^{l.},9$. Ein anderes gut ausgekochtes Barometer gab, gehörig corrigirt, $26^{z.}\ 8^{l.}\frac{1}{4}$; den Unterschied 0,35 kann man wohl gröſstentheils auf die Depression wegen der Capillarität schieben.

Ein anderer Versuch (2 Tage darauf) mit einem unausgekochten Schenkelbarometer gab:

1)	Höhe d. Quecksilbers	$26''\ 9'''\frac{1}{4}$	Leerer Raum	36 Lin.
2)	- - -	$26\ 8\frac{1}{2}$	- -	24 -
3)	- - -	$26\ 6\frac{3}{4}$	- -	14 -

Combinirt man die Beobachtungen (1) und (2), so bekommt man $x = 1,6$; aus den Beobachtungen (1) und (2) aber $x = 1,5$; und aus den Beobachtungen (2) und (3) den Druck bei 24 Linien leeren Raumes gleich 2,4, also bei 36 Lin. leeren Raumes $x = 1,6$.

Die wahre Barometerhöhe war also $26^{z.}\ 9^{l.}\frac{1}{4} + 1^{l.}5$ oder $26^{z.}\ 10^{l.}\frac{3}{4}$.

Das oben beschriebene Barometer zerbrach mir in Slatoust, und ich war nun gezwungen, mich eines anderen zu bedienen, welches dem Slatoustischen Bergamte gehörte. Ohne mich in eine weitläuftige Beschreibung desselben einzulassen, bemerke ich nur, daſs es ein Ge-

Grenze des Slatoustischen Bezirkes, nach Osten, durchschneidet den Ural, der sich hier verflächt, und fällt in die Miafs, welche zu den asiatischen Gewässern gehört.

Wenn man nun vom Ural nach Osten geht, folgt ein weiter Zwischenraum, in welchem sich einzelne unzusammenhängende, gröfstentheils niedrige Hügel von Serpentin und Diorit kuppenartig erheben, bis man endlich an das Ilmengebirge kommt, den dritten Bergzug, der ebenfalls dem Ural parallel läuft. Die Höhe des Ilmen ist nicht bedeutend, er scheint noch niedriger als der Ural zu seyn; doch ist keine genaue Messung angestellt worden. Er bildet ebenfalls ein langgezogenes mannigfach zerrissenes Gebirge; doch wird es nirgends von einem Flufs durchschnitten. Die Miafs, die im Südwest des Ilmens in dem Diorit- und Serpentingebirge, welches den östlichen Abhang des Urals ausfüllt, ihren Ursprung nimmt, läuft erst nach Nordost, tritt hinter Miafs in den eben beschriebenen Zwischenraum zwischen dem Ural und Ilmen, und entfernt sich erst vom Ural, indem sie eine östliche Richtung nimmt, da wo der Ilmen sich im Norden verflächt, an das nördliche Ende desselben herumgehend. Eine andere Bemerkung, die die blofse Ansicht der Karte sogleich an die Hand giebt, ist die, dafs der Lauf der Miafs, da wo sie zwischen dem Ural und dem Ilmen hinfliefst, dem Ilmen viel näher ist, als dem Ural; so dafs es sichtlich wird, wie der Ural sich mit dem darauf folgenden Diorit- und Serpentingebirge allmälig nach Osten abflächt, der Ilmen dagegen viel schroffer in die Höhe steigt. So ist es auch auf der anderen Seite des Urals; die westliche Abdachung desselben, nach Slatoust hin, ist viel allmäliger, als der östliche Absturz der Urengā, im Westen von Slatoust. Die Serpentin- und Diorithügel, die zwischen dem zweiten und dritten Bergzuge sich hin erstrecken, werden fast überall von den Flüssen durchbrochen, so dafs sie kein zusammenhängendes Ganzes bilden: es sind flache unregelmäfsig gebildete, unzusammen-

I. Kasan.

Die barometrischen Beobachtungen von Kasan, die ich hier mitzutheilen gedenke, umfassen zwar nur ein Jahr; da sie sich aber sehr schicklich an die auf meiner Ausflucht an den Ural gemachten Beobachtungen reihen, so theile ich sie schon hier mit.

Mittlerer Stand des Barometers in Kasan, in Millimetern.

Alle Höhen sind auf 0° Quecksilbertemperatur reducirt, aber noch nicht wegen des Drucks der geringen Menge Luft, die im leeren Raume über dem Quecksilber befindlich ist, corrigirt.

Monate.		9 Uhr Morg.	12 Uhr.	3 Uhr Nachm.	9 Uhr. Abends.	Mittel.
1827.	November	762,3	762,1	762,0	762,0	762,1
	December	751,5	751,5	751,5	751,6	751,5
1828.	Januar	757,1	757,3	757,1	757,1	757,2
	Februar	761,4	761,3	760,9	760,8	761,1
	März	754,5	754,6	754,4	754,5	754,5
	April	755,0	755,0	754,6	754,7	754,8
	Mai	755,8	755,1	754,8	754,4	755,0
	Juni	752,9	752,6	752,3	752,4	752,6
	Juli	746,7	746,4	745,9	746,2	746,3
	August	752,7	752,4	752,3	752,4	752,5
	September	752,0	751,8	751,3	751,9	751,8
	October	755,7	755,8	755,8	756,0	755,8
	Mittel	754,8	754,7	754,4	754,5	754,6

Mittel für die Jahreszeiten.

Winter (Dec. Jan. Febr.)	756,6
Frühjahr (März, April, Mai)	754,8
Sommer (Jun. Jul. Aug.)	750,5
Herbst (Sept. Oct. Nov.)	756,6

flüssigen, ächten Balsam erst nach 20—24stündigem Kochen ein gelbliches, leichtbrüchiges Harz, während ein alter lang gelagerter Balsam schon nach 8—10stündigem Kochen ein Harz von der erforderlichen Sprödigkeit gab. Man mufs also wohl darauf achten, wenn man sich dieser sonst sicheren Methode als Prüfung auf fette Oele bedient. Das Harz röthet, wie bekannt, Lackmuspapier, das durch eine gelinde Rectification erhaltene ätherische Oel aber zeigte nicht die geringste Reaction auf dasselbe.

Seit der Ausarbeitung dieses Aufsatzes habe ich auch krystallisirbare Verbindungen von Copaivaharz mit Kali und Natron erhalten, deren Beschreibung der Gegenstand einer künftigen Mittheilung seyn wird.

XIV. *Fundorte des Pyrophyllits.*

Ueber den eigentlichen Fundort des Pyrophyllits sind wir bisher noch im Ungewissen gewesen; das von Hrn. Hermann in Moscau analysirte Exemplar (d. Ann. Bd. 91. S. 592.) fand sich in einer Mineraliensammlung, ohne eine andere Angabe, als dafs es am Ural vorkomme. Es wird daher folgende Nachricht nicht ohne Interesse seyn. Hr. Prof. G. Rose, der auf seiner Reise nach Sibirien obiges Mineral bei Hrn. Hermann gesehen hatte, fand dasselbe später auch in der Mineraliensammlung des Hrn. Bergmeisters Völkner, und hier war auf der Etiquette die Gegend zwischen *Beresow* und *Pyschminsk* bei *Katharinenburg* als Fundort angegeben. *Beresow* ist auch in der K. Mineraliensammlung zu Berlin als Fundort einiger Stücke angegeben, die hier schon seit längerer Zeit aufbewahrt werden und beim blättrigen Talk liegen, mit welchem Fossil der Pyrophyllit bisher immer verwechselt worden ist.

Neben diesen Stücken von Beresow liegt noch ein

anderer strahliger Talk, der im Ansehn ganz mit dem Pyrophyllit übereinkommt, und nur darin von ihm abweicht, dafs er eine ganz weifse Farbe besitzt, während das Fossil von Beresow graulichweifs ist. Der Fundort dieses Minerals, welches sich nach den Löthrohrversuchen des Hrn. Prof. G. Rose ebenfalls als Pyrophyllit erwiefs, ist, zufolge der Etiquette, die Gegend von *Spaa*.

XV. *Ueber den Huraulit und den Hetepozit, zwei neue Mineralien.*

Diese Mineralien wurden von Hrn. Alluau zu Limoges entdeckt, und ihren allgemeinen Kennzeichen nach schon vor längerer Zeit in den *Annal. des scienc. naturelles* *) beschrieben, auch von Hrn. Vauquelin (*Ann. de chim. et de phys. T. XXX. p.* 294. *et* 302.) analysirt. Eine genauere Kenntnifs von den physischen und chemischen Eigenschaften beider Fossilien haben wir vor Kurzem durch Hrn. Dufrénoy erhalten, in einem Aufsatz in den *Annal. de chim. et de phys. T. XLI. p.* 337., von dem das Wesentliche in dem Folgenden enthalten ist.

I. Der Huraulit.

Die Grundform desselben ist ein schiefes rhomboïdales Prisma, ähnlich dem des Augits, von 117° 30′ und 62° 30′, mit einer auf die scharfe Kante aufgesetzten Basis.

Beobachtet wurden bis jetzt nur: 1) ein rhomboïdales Prisma mit zweiflächiger sehr geneigter Zuschärfung (*biseau*), deren Flächen einen Winkel von 88° gegen einander machen. 2) Dieselbe Form mit Abstumpfungen der scharfen Seitenkanten des Prismas.

*) In diesem Aufsatz (T. VIII. p. 334. der genannten Zeitschrift) schreibt sich der Entdecker: Alluaud, und die beiden Mineralien werden beständig: *Hureaulite* und *Hétérozite* genannt. P.

Die Krystalle, welche höchstens die Gröſse eines Nadelknopfs besitzen, sind wie Stilbit-Krystalle mit den Seiten zusammengewachsen. Die Flächen des Prisma sind der Länge nach gestreift, die übrigen aber glatt und spiegelnd. Die Kleinheit der Krystalle und die Streifen machen die Winkelmessungen unsicher; da diese indeſs sehr oft wiederholt wurden, so werden die folgenden Resultate derselben nicht sehr von der Wahrheit abweichen.

M gegen *M* = 62° 30′ * P gegen M = 101° 13′ 16″
M - M′ = 117° 30′ * S - r = 105° 4′ 57″
S - S′ = 88° 0′ * S - M = 116° 56′ 20″ *)
P - r′ od. g (Kante d. Zusch.) geg. r = 112° 0′ *

Ebene Winkel d. Basis { 58° 46′ 44″, 121° 13′ 16″ } Winkel d. Verticalfläch. { 109° 3′ 36″, 70° 56′ 24″ }

Der Huraulit zeigt keine Theilbarkeit; sein Bruch ist glasig. Die Farbe ist röthlichgelb, etwas heller als die des Hyazinths. Er ist durchsichtig, wenig hart, wird von Stahl geritzt, ritzt aber Kalkspath. Sein specifisches Gewicht beträgt 2,270.

Er ist sehr schmelzbar; vor dem Löthrohr bekommt man eine schwarze Kugel, mit Metallglanz; im Kolben erhitzt giebt er Wasser.

Der Huraulit bildet kleine Gänge in dem Granite der Umgegend von Limoges; die einzigen bis jetzt bekannten Stücke sind von Hrn. Alluau gefunden, in einem zum Straſsenbau dienenden Steinhaufen. Er wird von einem fasrigen phosphorsauren Eisen von olivengrüner Farbe begleitet.

Die Analyse, welche Hr. Dufrénoy mit 2 Grm. des Huraulits nach Hrn. Berzelius Methode anstellte, gab folgendes Resultat:

Phosphorsäure	0,760
Eisenoxyd	0,256
Rothes Manganoxyd	0,729
Wasser	0,360
	2,105.

*) Der Winkel von S gegen M ist, wie alle nicht mit * bezeichneten, berechnet; mit dem Goniometer ergab er sich zu 116°. (Uebrigens ist der Aufsatz des Hrn. Dufrénoy leider mit keiner Figur versehn. *P.*)

Der Gewichtsüberschufs und auch ein directer Versuch, wobei das Fossil in Salzsäure gelöst und mit rothem Cyan-Eisen-Kalium versetzt wurde, überzeugten Hrn. D., dafs die Metalle als Oxydule in denselben enthalten seyen. Dann gab die Analyse:

		Berechnung.	Sauerstoffgehalt.
Phosphorsäure	38,00	36,52	8
Eisenoxydul	11,10	11,23	1 } 4
Manganoxydul	32,85	34,95	3 } 4
Wasser	18,00	17,26	6
	99,95	99,96.	

Die Berechnung ist nach der Formel:

$$3\dot{M}n^5\dddot{\dot{P}}^2+\dot{F}^5\dddot{\dot{P}}^2+30\dot{H}\ \ldots\ ^{*)}$$

angestellt, die, wie man sieht, dem beobachteten Resultat sehr wohl entspricht.

Den Namen Huraulit gab Hr. Alluau diesem Minerale, weil er es in der Gemeine von Huréaux fand.

II. Der Hétépozit.

Bis jetzt ist derselbe nur in blättrigen Massen gefunden, die zwar nach drei Richtungen eine gleich leichte, aber wenig scharfe Theilbarkeit zulassen. Die daraus hervorgehende Grundform ist ein schiefes rhomboïdales Prisma, von einem Winkel von etwa 100 bis 101°. Der Glanz ist wenig lebhaft, ein Fettglanz wie der des Apatits. Die Lamellen spiegeln nicht so gut, um zu Messungen mit dem Reflexionsgoniometer zu dienen. Die Farbe dieses Minerals ist grünlichgrau, etwas bläulich; es hat ganz das Ansehen einer steinigen Substanz. Diefs gilt jedoch nur von den aus der Mitte gröfserer Massen herausgenommenen Stücken; die mit der Luft in Berührung gewesenen Flächen haben eine schöne violette Farbe, und statt des Glasglanzes einen Halbmetallglanz. Durch diese Zersetzbarkeit an der Luft werden die Theilbarkeitsflächen noch matter so dafs sie sich nur mit dem Haüy'schen Goniometer messen lassen.

Der unzersetzte Hétépozit ist ziemlich hart; er ritzt Glas mit Leichtigkeit, Quarz aber nicht. Im zersetzten Zustande ist er weniger hart, und er wird alsdann vom

*) Nämlich nach den neueren Atomgewichts-Bestimmungen von Berzelius (Bd. XIV. dies. Ann.); Hr. Dufrénoy gebraucht noch die älteren. P.

fäſsbarometer war; das Gefäſs hatte einen innern Durchmesser von ungefähr 7¼ Linien, die Röhre von 2¼ Lin.; der Nullpunkt der beweglichen Eintheilung war durch eine stählerne Spitze bezeichnet, die man auf die Oberfläche des Quecksilbers einstellte; ein ebenfalls beweglicher Nonius, dessen der Röhre zugewendeter Theil dieselbe ringförmig umfaſste, gab Zehntheile einer Linie an. Die Röhre selbst war durch kleine metallene Stützen so befestigt, daſs sie das Holz, welches der Länge nach gespalten war, nirgends berührte; diese Einrichtung erleichtert sehr das Ablesen, aber da das Thermometer in das Holz eingelassen ist, so erfährt man nie genau die Temperatur des Quecksilbers, weil man nicht immer annehmen kann, daſs die Temperatur des Holzes der Temperatur des in der freistehenden Röhre enthaltenen Quecksilbers gleich sey.

Die gröſste Anzahl von Beobachtungen wurde in Kasan und Slatoust gesammelt. Die barometrischen Beobachtungen in Kasan sind nach einander von dreien meiner Zuhörer, den HH. Schestakof, Takrowsky und Tschepin, unter meiner Aufsicht angestellt worden, mit einem Gefäſsbarometer von Pixii, bei welchem die untere Quecksilberfläche so breit war, daſs man die Oscillationen ihres Niveaus vernachlässigen konnte, und nur das obere Niveau zu beobachten brauchte. Die Beobachtungen wurden um 9 Uhr Morgens, um 12 Uhr, um 3 und 9 Uhr Nachmittags angestellt; sie sind alle bereits auf Null reducirt und wegen der Capillarität corrigirt.

In Slatoust beobachtete Hr. v. Santen, Controleur am dasigen Bergamt, ein Mann, der mit gründlicher Kenntniſs des Gegenstandes Geschicklichkeit im Beobachten verbindet. Die Instrumente waren im Hause des Hrn. Director-Gehülfen v. Herrmann aufgestellt. Das Barometer war durchaus demjenigen ähnlich, welches ich oben beschrieben habe, und welches ebenfalls dem Slatoustschen Bergamte gehörte.

Hieraus sieht man, dafs dieser Körper weder Wasserstoff, wie man bisher angenommen, noch auch Sauerstoff enthält, da im ersteren Falle die Quantität des angewandten Wasserstoffs hätte zunehmen, im zweiten abnehmen müssen. Es kann derselbe daher nichts anderes als metallisches Tellur seyn, das jedoch so fein vertheilt sich niedergeschlagen hat, dafs es ohne allen Metallglanz und braun erscheint. Diese Farbe zeigt das Tellur gleichfalls, wenn es in Glasgefäfsen sublimirt wird, nämlich da wo sich nur wenig Metall an den Wänden des Gefäfses absetzt. Es scheint also diefs die eigenthümliche Farbe dieses Metalls zu seyn.

Eben so glaube ich bemerkt zu haben, dafs dasselbe in seinem vollkommen reinen Zustande einen eigenthümlichen übelriechenden Geruch besitzt, der durchaus von dem des Selens verschieden und keinem mir bekannten ähnlich ist, und den man bei der Sublimation desselben wahrnimmt.

Ein Umstand, der noch besonders für die Metallität dieses Körpers spricht, ist, dafs wenn die galvanische Säule, an deren Pol er sich bildet, längere Zeit wirkt, sich bisweilen in dieser braunen voluminösen Masse kleine zusammenhängende Blättchen mit vollkommenem Metallglanz und allen äufseren Charakteren des metallischen Tellurs finden, die nur ein dichterer Zustand dieser braunen Masse zu seyn scheinen.

Betrachtet man aber die Bildung dieses Körpers an der galvanischen Säule, so wird es einleuchtend, wie man dazu gekommen ist, ohne weitere Untersuchung desselben, ihn für ein Hydrur zu halten. Ritter beobachtete nämlich zuerst, als er Tellur als negativen Pol der Säule in reines destillirtes Wasser brachte, dafs sich kein Wasserstoff entband, dafs sich dafür aber ein braunes Pulver in dichten Wolken herabsenkte, gleichviel, ob der positive Pol gleichfalls Tellur oder Platina war; woraus derselbe schlofs, dafs der Wasserstoff, der hier hätte frei

Höchster und niedrigster Stand in jedem Monate.

Monate.	Maximum.	Minimum.	Differ.	Differ. d. Max. und Mittels.	Differ. d. Min. und Mittels.
1827. Nov.	777,6 (d.14.)	750,8 (d.22.)	26,8	15,5	11,3
Dec.	767,0 (d.15.)	735,9 (d. 5.)	31,1	15,5	15,6
1828. Jan.	773,7 (d.10.)	733,6 (d.24.)	40,1	16,5	23,6
Febr.	781,9 (d. 7.)	741,4 (d.28.)	40,5	20,8	19,7
März	771,5 (d. 8.)	742,5 (d. 5.)	29,0	17,0	12,0
April	765,4 (d.18.)	743,0 (d.15.)	22,4	10,6	11,8
Mai *)	767,6 (d. 8.)	736,6 (d. 6.)	31,0	12,6	18,4
Juni	762,4 (d. 3.)	743,7 (d.17.)	18,7	9,8	8,9
Juli	755,9 (d.12.)	736,7 (d.15.)	19,2	9,6	9,6
Aug.	765,5 (d.27.)	739,9 (d.14.)	25,6	13,0	12,6
Sept.	759,6 (d.18.)	741,9 (d. 5.)	18,7	7,8	9,9
Oct.	773,0 (d.28.)	736,8 (d.18.)	36,2	18,2	19,0
Mittel	768,4	740,2	28,2	13,9	14,4

Das Mittel aus 74 Beobachtungen im October 1825 angestellt, mit einem Heberbarometer von Pixii, welches mit dem obigen vollkommen übereinstimmte (nachdem man das letzte wegen der Capillarität corrigirt) gab 754^{mm},2 bei 0°. Die Combination von 116 Beobachtungen im September desselben Jahres angestellt, 749^{mm},8 ebenfalls bei 0°. Bronners Beobachtungen geben (4 Jahre 1814—17 und mehr als 4000 Beob.) 29,79 englische Zolle: hievon sind 0,12 abzuziehen, wegen des höheren Standpunkts der oben mitgetheilten Beobachtungen (im Universitätsgebäude); also 29″,67 engl. = 753^{mm},5.

II. Slatoust.

Die barometrischen Beobachtungen, deren Resultate ich hier mittheile, und an solchen Stunden angestellt,

*) Hier ist zu bemerken, daſs im Mai alle Flüsse austreten, und die Wolga eine so groſse Ueberschwemmung macht, daſs fast der ganze niedrige Theil der Stadt unter Wasser, und die Communication mit den Vorstädten zu Lande ganz aufgehoben ist.

dafs man zwar aus ihnen den mittleren Barometerstand für Slatoust mit hinreichender Genauigkeit berechnen kann, dafs aber die Gröfse der mittleren täglichen Variationen desselben sich nicht aus denselben ersehen läfst. Diese Stunden sind nämlich 9 Uhr Morgens, 2 Uhr Nachm. und 9 Uhr Abends.

Mittlerer Stand des Barometers in Slatoust, in Millimetern.

Monate.	9 Uhr Morgens.	2 Uhr Nachm.	9 Uhr Abends.	Mittel.
1827. November	732,9	732,7	733,1	732,9
December	721,4	721,4	721,2	721,3
1828. Januar	724,9	724,4	725,5	724,9
Februar	727,5	727,1	727,0	727,2
März	720,8	720,3	721,5	720,9
April	722,5	722,9	723,7	723,0
Mai	724,0	723,6	723,4	723,7
Juni	722,2	721,9	721,7	721,9
Juli	716,7	716,7	716,7	716,7
August	720,9	720,9	720,5	720,8
September	719,6	719,8	718,9	719,4
October	723,7	724,8	724,4	724,0
Mittel	723,1	723,0	722,8	723,0

Mittel für die Jahreszeiten.

Winter	724^{mm},6
Frühjahr	722 ,4
Sommer	719 ,9
Herbst	725 ,4

Höchster und tiefster Stand des Barometers in Slatoust.

Monate.	Maximum.	Minimum.	Differenz.
1827. November	746,0 (d. 13)	721,4 (d. 1.)	24,6
December	735,0 (d. 16.)	703,4 (d. 9.)	31,6
1828. Januar	743,3 (d. 11.)	701,5 (d. 24.)	41,8
Februar	745,8 (d. 5.)	701,2 (d. 29.)	44,6
März	736,0 (d. 8.)	707,3 (d. 16.)	28,7
April	732,5 (d. 19.)	708,1 (d. 23.)	24,4
Mai	735,9 (d. 3.)	709,1 (d. 19.)	26,8
Juni	729,4 (d. 3.)	716,8 (d. 27.)	12,6
Juli	722,4 (d. 28.)	703,7 (d. 16.)	18,7
August	731,1 (d. 27.)	713,7 (d. 15.)	17,4
September	732,1 (d. 4.)	704,2 (d. 21.)	27,9
October	752,3 (d. 29.)	709,7 (d. 18.)	42,6
Mittel	736,8	708,4	28,4

Vergleicht man diese Tabelle mit der vorhergehenden für Kasan, so sieht man, daſs die Veränderungen des Luftdrucks in Slatoust denjenigen in Kasan fast genau entsprechen. In beiden Orten fallen die gröſsten Veränderungen in die Wintermonate; sie erreichen das Maximum im Februar, und nehmen dann ziemlich regelmäſsig bis zum Juni ab, nur der Mai macht hievon in Kasan eine groſse, in Slatoust eine kleine Ausnahme, vielleicht weil in diesem Monate die Flüsse weit und breit austreten, und besonders die Wolga bei Kasan ihre Ufer so weit überschwemmt, daſs sie an einigen Orten eine 2 bis 3 Stunden breite Wasserfläche bildet; welches wohl geeignet scheint, auſserordentliche Veränderungen in der Atmosphäre hervorzubringen.

Da mir die Aehnlichkeit im Gange des Barometers an zwei von einander so entfernten Orten, wie Kasan und Slatoust, einer besonderen Aufmerksamkeit werth zu seyn scheint, so setze ich hier noch die Unterschiede der monatlichen Mittel für beide Orte her, von Monat zu Monat, und für 9 Uhr Morgens; man sieht aus dieser Zusammenstellung, daſs sich diese Unterschiede sehr wenig von ihrem Mittelwerthe entfernen.

December	30,1	Juni	30,7
Januar	32,2	Juli	30,0
Februar	33,9	August	31,8
März	33,7	September	32,4
April	32,5	October	32,0
Mai	31,8	November	29,4

III. Bestimmung der Höhe von Kasan und Slatoust über der Meeresfläche.

Durch Vergleichung des Barometers, das zu den Beobachtungen in Kasan gedient hat, mit dem oben beschriebenen Normalbarometer, fand ich, dafs der Fehler des ersteren $1\frac{1}{2}$ Lin. =3,4 Millim. betrug; hievon sind $0^{mm},9$, welche wegen der Capillarität zu jeder Beobachtung hinzuaddirt worden sind, abzuziehen. Die ganze Correction beträgt also $2^{mm},5$, und der wahre mittlere Barometerstand in Kasan ist für 1828 gleich 757,1 bei 0° Quecksilbertemperatur und 2°,4 R. mittlerer Lufttemperatur. Wenn sich in der Nähe von Kasan ein Meer befände, so würde die mittlere Temperatur auf der Oberfläche desselben ungefähr 2°,6 R. betragen; die Quecksilberhöhe ist aber an der Oberfläche des Meeres, in mittleren Breiten, $760^{mm},9$ nach Arago. Wir haben also:

	Quecksilberhöhe.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	757,1	0	2,4
Untere Station	760,9	0	2,6

woraus man nach der Laplace'schen Formel findet:

Erhebung von Kasan über der Oberfläche des Meeres . . . . 40,5 Meter.

Es ist auffallend, dafs ein Ort, der so mitten im Continente liegt, eine so niedrige Lage hat; das ganze südöstliche Rufsland, so der gröfste Theil von Sibirien sind wahrscheinlich erst kürzlich dem Meere abgewonnene Länder. Wenn die Wolga in's schwarze Meer flösse, so hätte sie einen so geringen Fall, dafs sie fast

ein stehendes Wasser bilden würde; das caspische Meer aber liegt 300 Fuſs tiefer, als das schwarze. Dieser Fall von etwas weniger als 400 Fuſs nach einem Lauf von 1500 Werst ist indeſs immer sehr gering: und es ist nicht zu verwundern, daſs die Wolga, besonders weiter hinab, so langsam flieſst, und sich an manchen Stellen so sehr versandet, daſs ein Mann durchgehen kann. Dieser Umstand macht die Schiffahrt auf der Wolga höchst schwierig.

Man sieht, daſs groſse Städte im südlichen Ruſsland, wie z. B. Astrachan, unter der Oberfläche des Meeres liegen;

Für Slatoust fand ich aus mehreren Vergleichungen des dortigen Barometers mit dem meinigen, daſs der Fehler des ersteren, die Wirkung der Capillarität mitgerechnet, $1\frac{1}{2}$ Lin. beträgt. Zu den obigen Santen'schen Beobachtungen sind auſserdem noch 0,3 Lin. hinzu zu addiren, weil immer die Höhe des Quecksilberrandes beobachtet wurde, und nicht die des höchsten Punktes auf der convexen Quecksilberfläche; die ganze Correction der obigen Mittel beträgt also 1,8 Lin.

Die wahre mittlere Barometerhöhe in Slatoust, für 1828, ist also $727^{mm},2$ bei 0° Quecksilbertemperatur und 0°,6 R. mittlerer Temperatur der Luft. Dieſs giebt eine Erhebung von beiläufig 350 Meter; man hat also 1°,4 R. zur mittleren Temperatur in Slatoust hinzu zu addiren, um sie auf die Oberfläche des Meeres zu reduciren. Also:

	Quecksilberhöhe bei 0°.	Temperatur der Luft.
Obere Station	$727^{mm},2$	0°,6 R.
Untere Station	760 ,9	2 ,0

woraus:

	Meter.	Par. Fuſs.
Erhebung von Slatoust über dem Meere	364,1	1120

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, ZWÖLFTES STÜCK.

I. *Barometrische Beobachtungen, gesammelt auf einer im Jahre 1828 unternommenen Reise nach dem Ural; von A. T. Kupffer.*

Da kurz vor meiner Abreise von Kasan mein einziges Gay-Lussac'sches Reisebarometer zerbrach, so war ich gezwungen, mir selbst eines zu machen, denn es würde mehrere Monate gedauert haben, bis ich ein neues aus St. Petersburg hätte bekommen können. Ich nahm zwei Röhren, von demselben Durchmesser, die eine 32 Zoll, die andere 8 Zoll lang; die längere schmolz ich an einem Ende zu, die andere blieb an beiden Enden offen. Die längere Röhre wurde erst mit destillirtem Quecksilber gefüllt und sorgfältig ausgekocht (mit der Lampe, nach der Rommershausen'schen, in diesen Annalen beschriebenen, Methode), dann mit der anderen Röhre durch eine, mit einem Hahn versehene, kurze zweischenkliche Röhre von Eisen verbunden. Die kleinere, an ihrem oberen Ende ebenfalls offene Röhre war an ihrem obern Rande so gestaltet, daſs man bequem Quecksilber heraus und hineingieſsen konnte, und war hier mit einem Stück Leder zugebunden, das kein Quecksilber herausfallen lieſs, wenn man das Barometer umkehrte, aber doch der Luft freien Zutritt gestattete.

Dieses Schenkelbarometer befand sich in einem zweck-

nen Wägung der Luft, und sind die Producte aus
n Vorzüge wegen sind dabei die französischen Maafse

ben ein ⊙ neben sich; unter dem Druck der Atmo-
b ihrer Siedepunkte liegenden Temperatur ein. Aus
eiten aufgeführt. Haben die Bestandtheile, bei einer
so wird bei ihrer Vereinigung immer ein Theil des

Die Buchstaben neben ihnen deuten folgende Namen
Clément und Désormes, *Co* Colin, *D* Dumas, *G* Gay-
T Thénard.

(*P*.)

5.	6.		7.
tigkeit			Gewicht v. 1 Litr. od. 1000
en die von Luft = 1			Cubikcentimet. b. 0° C. u.
chnet	beobachtet		0,76 Met. berechnet.
0260	1,1026	BD	1,43236 Gm.
6880	0,0688	BD	0,08938
7600	0,976	BD	1,26790
8894			1,67443
4033	2,47	GT	3,17017
9337			7,00639
0111	8,716	D	11,30340
1805			2,88141
4279			1,09485
4967			0,97388
1983			1,32483
6281			2,80965
8268			6,73269
0735			10,53210
4844			4,34988
7848	6,976	D	9,06557

Um zu sehen, ob diese Methode sich auch an gar nicht ausgekochten Barometern bewährt, machte ich in Slatoust noch folgenden Versuch, den ich hier gleich mittheile. Eine an einem Ende zugeschmolzene Röhre von 3 Linien Durchmesser wurde auf dem Glase selbst in Linien getheilt, und ohne sie auch nur vorher recht auszutrocknen, mit destillirtem Quecksilber gefüllt, und umgekehrt in eine Schaale mit Quecksilber gestürzt. Indem sie bald weniger bald mehr hineingesenkt wurde, wurden folgende Höhen beobachtet:

1) Höhe d. Quecksilb. $26^{z.}\ 3^{l.},6$ Länge d. leeren Raumes 20,4
2) - - - 26 5,8 - - - - 42,2

Combinirt man diese Beobachtungen, so findet man $x = +2^{l.},1$.

Die wahre Barometerhöhe war also $26^{z.}\ 5^{l.},8 + 2^{l.},1 = 26^{z.}\ 7^{l.},9$. Ein anderes gut ausgekochtes Barometer gab, gehörig corrigirt, $26^{z.}\ 8^{l.}\frac{1}{4}$; den Unterschied 0,35 kann man wohl gröfstentheils auf die Depression wegen der Capillarität schieben.

Ein anderer Versuch (2 Tage darauf) mit einem unausgekochten Schenkelbarometer gab:

1) Höhe d. Quecksilbers $26''\ 9'''\frac{1}{4}$ Leerer Raum 36 Lin.
2) - - - $26\ 8\frac{1}{2}$ - - 24 -
3) - - - $26\ 6\frac{3}{4}$ - - 14 -

Combinirt man die Beobachtungen (1) und (2), so bekommt man $x = 1,6$; aus den Beobachtungen (1) und (2) aber $x = 1,5$; und aus den Beobachtungen (2) und (3) den Druck bei 24 Linien leeren Raumes gleich 2,4, also bei 36 Lin. leeren Raumes $x = 1,6$.

Die wahre Barometerhöhe war also $26^{z.}\ 9^{l.}\frac{1}{4} + 1^{l.}5$ oder $26^{z.}\ 10^{l.}\frac{3}{4}$.

Das oben beschriebene Barometer zerbrach mir in Slatoust, und ich war nun gezwungen, mich eines anderen zu bedienen, welches dem Slatoustischen Bergamte gehörte. Ohne mich in eine weitläuftige Beschreibung desselben einzulassen, bemerke ich nur, dafs es ein Ge-

woraus:

	Meter.	Par. Fufs.
13) Höhe von Kasan über dem Spiegel des Kaban	24	74
14) Höhe d. Kaban üb. d. Meeresfläche	16,5	50

Anmerkung. Der Kaban liegt nur wenige Meter höher als die Wolga. Man kann die Höhe von Kasan (Universitätsgebäude) über der Wolga auf 90 Fufs anschlagen.

15) Der Spiegel der Mösch bei Abuchowa fand sich fast genau eben so hoch, als die vorhergehende Station, wie man aus der folgenden Beobachtung sieht.

Den 25. Juli, 9 Uhr Morgens.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Auf dem Spiegel der Mösch	28z. ½l.	22° C.	22° C.
Kasan	754mm,7	0	15 R.

16) An demselben Tage wurde noch die Höhe von Schuran (am rechten Ufer der Kama) über dem Spiegel der Kama gemessen.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Schuran	27z. 11l. ½	23° ½ C.	23° ½ C.
Kama	28 1	21 C.	21 C.

woraus man diese Höhe gleich 42 Meter oder 130 Par. Fufs findet. Zu derselben Zeit war in Kasan die Höhe des Barometers gleich 754mm,7 bei 0° Quecksilbertemperatur und 14°,5 R. Temperatur der Luft. Schuran liegt also nur wenig höher als Kasan, und die Kama bei Schuran hat fast genau dieselbe Höhe als die Wolga bei Kasan, obgleich Kasan viel entfernter vom Zusammenflufs dieser beiden Flüsse ist, als Schuran. Die Kama hat also einen viel bedeutenderen Fall als die Wolga, auch geht der Strom der ersteren viel geschwinder als der der zweiten.

17)

17) Indem man sich von dem linken Ufer der Kama entfernt, erhebt sich das Land sehr langsam, und hat erst bei Mamikova die Höhe von Schuran erreicht, wie man aus folgender Beobachtung sieht:

Den 26. Juli Mittags.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Mamikova	28z. $\frac{1}{4}$l.	27° C.	27° C.
Kasan	755mm,8	0	19,4 R.

Aus dieser Beobachtung findet man, dafs Mamikova beiläufig 40 Meter über dem Spiegel der Kama bei Schuran erhoben seyn mufs.

18) Schwefelbad Sergiewsk.

	27. Juli Mittags.			28 Juli 9. Morgens.			29. Juli 7. Abends.		
	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.
	Z. L.								
Sergiewsk	27 10$\frac{1}{2}$	23$\frac{3}{4}$C.	23$\frac{3}{4}$C.	27″,9$\frac{3}{4}$‴	19 C.	21$\frac{1}{4}$ C.	27″.9‴,9	24 C.	24 C.
Kasan	752mm,8	0	18,3R	749mm,5	0	15,9R.	748mm,8	0	17,6 R.

Reducirt man die drei Beobachtungen in Sergiewsk auf 0° Quecksilbertemperatur, so findet man, in Millimetern, 751mm,25, 750,35, 749,77; woraus man sieht, dafs der Unterschied der Höhen dieser beiden Orte zwar nicht mit Genauigkeit gefunden werden, aber auch nicht grofs seyn kann.

An der Soka zeigte das Barometer den 27. Juli Morgens 28 Z. $\frac{3}{8}$ Lin., bei 24° C. Quecksilber- und Lufttemperatur.

19) Bugulma,

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
den 31. Juli Morg.	27z. 2l.	26° C.	26° C.
Kasan	749mm,3	0	16 ,7 R.

woraus:

	Meter.	Fufs.
Höhe von Bugulma über Kasan	205,2	631,5
- - - über dem Meere	245,7	756,4

20) Der Unterschied der correspondirenden Barometerstände von Slatoust und Bogoslowsk wurde in Beobachtungen an zwei verschiedenen Tagen, einmal $11^{mm},8$, das andere Mal 10,2 gefunden, also im Mittel $11^{mm},0$, bei einer mittleren Temperatur der Luft und des Quecksilbers von 20° C. Bogoslowsk liegt niedriger als Slatoust, und zwar, nach diesen Beobachtungen, um etwa 132 Meter. Also:

Höhe von Bogoslowsk über dem Meere 232 Meter
oder ungefähr 700 Fuſs.

Erläuternde Bemerkungen.

Es ist bekannt, daſs der Ural die Grenze der Fluſsgebiete des europäischen und asiatischen Ruſslands bezeichnet; doch bildet er keinen zusammenhängenden Gebirgszug, den man als die eigentliche Wasserscheide ansehen könnte.

Im Bezirke von Slatoust bildet der Ural drei Bergzüge, die sich in paralleler Richtung von SW. und NO. erstrecken, und deren Höhe von West nach Ost abnimmt. Der westlichste und höchste Zug besteht aus drei Gruppen, welche verschiedene Namen tragen, die Urengā, der Taganai, und die Jurmā. Sie liegen alle drei auf derselben Linie, welche zugleich die Streichungslinie des Glimmerschiefers ist, aus dem sie bestehen.

Wenn man von Südwest nach Nordost fortgeht, so fängt dieser zweimal unterbrochene Bergzug mit der Urengā an; dieses Gebirge gilt in der Umgegend für sehr hoch, doch scheint es mir niedriger zu seyn als der Taganai, und mag sich nicht viel über 3000 Fuſs über der Meeresfläche erheben. Es wird nach Nordost hin immer niedriger, und bildet dicht neben Slatoust, welches am nördlichsten Ende desselben liegt, zwar sehr steil ansteigende, aber nicht über 1000 Fuſs über Slatoust sich erhebende Berge. Bei Slatoust flieſst der Aï durch das enge Thal, welches die Urengā vom Taganai trennt.

Der Taganai, welcher, wie ich schon gesagt habe, gewissermafsen, nach kurzer Unterbrechung, die Fortsetzung der Urengā bildet, ist mehr zerrissen, und deutlich in mehrere Kuppen getheilt. Auch ist sein Lauf nicht so lang, als der der Urengā; er verflächt sich, erhebt sich aber sehr bald wieder mit neuem Namen: diefs ist die Jurmā, die noch höher seyn soll als der Taganai; doch habe ich sie nicht besucht. Dar Taganai hat auf der höchsten Spitze seines Kammes 3400 Fufs Höhe über der Meeresfläche *).

Im Westen von diesem ersten Gebirgszuge finden sich noch einige kleine nicht so zusammenhängende Züge, die jedoch auch hin und wieder zu einer bedeutenden Höhe ansteigen. Genannt zu werden verdienen: der Nurtusch, der Süratkul, den man von der Satkinschen Eisenhütte aus sieht; endlich der Berg Silga, der noch mehr nach Westen liegt, nämlich noch im Westen von Satka, der aus Sandstein besteht, und bei der Ueberfahrt 1700 Fufs über der Meeresfläche erhaben ist.

Der zweite Gebirgszug liegt im Osten des ersten, und läuft demselben parallel, ist bei weitem niedriger und wird vom eigentlichen Ural gebildet. Der erste Gebirgszug bildet steil ansteigende Rücken — der des Taganai ist 3000 Fufs hoch und trägt noch eine schroffe 400 F. hohe Quarzkuppe — der zweite ist etwas flacher, 2000 F. hoch (bei der Ueberfahrt von Slatoust nach Miask) und trägt auch Quarzkuppen, die aber nicht viel höher als zu 100 Fufs ansteigen. Der ganze schmale Raum zwischen dem Ural und der Urengā wird vom Flufsgebiete des Aï eingenommen, welcher bei Slatoust die Tesma aufnimmt, und nun sich nach Westen wendet. Zwischen dem Ural und dem Taganai fliefst der grofse Kislim auch nach Norden, wendet sich aber, fast an der nördlichsten

*) Der höchste Berg am Ural scheint der Jeremel zu seyn, südlich von Slatoust, auf welchem man, in den Schluchten, zuweilen im Jùli noch Schnee findet.

tige Thatsache gab der Meinung Winterl's einen Grad von Wahrscheinlichkeit mehr.

Seebeck hat durch die Entdeckung der thermo-elektrischen Ströme neue Beziehungen zwischen der Wärme und Elektricität nachgewiesen, durch die aber die vermuthete Identität der beiden Principien bis jetzt nicht bestätigt worden ist. Nichtsdestoweniger sind die von ihm beobachteten Thatsachen von der Art, daſs sie der Theorie der Elektricität eine gröſsere Ausdehnung verleihen.

Nobili, welchem die Physik eine groſse Zahl sinnreicher und feiner Versuche verdankt, hat die Aufgabe unter einem allgemeineren Gesichtspunkt, als vor ihm geschehen ist, aufgefaſst, und zu beweisen gesucht, daſs alle elektro-dynamischen Erscheinungen durch Bewegungen der Wärme in den leitenden Körpern hervorgebracht werden. Diese Theorie hat er durch wichtige Thatsachen unterstützt. Im gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft ist es sehr schwierig darüber zu entscheiden, ob die Wärme und die Elektricität von einem und demselben Principe abstammen. Besser ist es, wie ich glaube, daſs man alle zwischen ihnen vorhandenen Beziehungen mit Sorgfalt aufsucht; denn durch deren Vergleich können wir wichtige Aufschlüsse über die Ursache erhalten, welche sie oft gleichzeitig hervorruft. Dieſs ist der Gang, der mir am meisten analytisch erschien.

Um den Vorstellungen über eine der Ursachen der thermo-elektrischen Erscheinungen eine bestimmtere Richtung zu geben, stelle ich den folgenden Satz auf, zu welchem ich durch die weiterhin erwähnten Versuche geführt worden bin. Wenn ein Metalldraht, oder eine Reihe durch die Aggregationskraft mit einander verknüpfter Metallpartikeln a, a', a'', an einem Ende, z. B. am a Ende, mit einer Wärmequelle b von beliebiger Natur in Berührung, steht so nimmt dieses Ende, im Moment, wo die Wärme anfängt sich fortzupflanzen, positive Elektricität an, während die negative nach allen Richtungen fortge-

IV. Höhenbestimmungen aus einzelnen Beobachtungen.

Der Taganai, der von Slatoust aus sichtbar ist, obgleich Slatoust von hohen Bergen nahe umschlossen ist, erhebt sich in zwei Absätzen; der erste ist ein runder, ziemlich flacher Bergrücken; der zweite besteht aus drei schroffen Klippen, von welchen die mittelste die steilste und höchste ist, und sich als ein fast unzugänglicher Gebirgskamm in nordöstlicher Richtung hindehnt. Wir stiegen mit vieler Mühe kletternd von der Westseite auf den mittleren Kamm, konnten aber nicht ganz die höchste Spitze erreichen, die indefs wohl nicht mehr als 20 Meter höher liegt, als die Stelle, an welcher das Barometer beobachtet wurde. Die correspondirenden Beobachtungen in Slatoust wurden von Hrn. v. Santen angestellt. Das gebrauchte Barometer war das dem Bergamt gehörige oben beschriebene.

Den 12. August 1828 um 1 Uhr Nachmittags.

	Barometer.	Therm. d. Bar.	Temp. d. Luft.
Auf der Spitze	$24^{z.}$ $7^{l.},5$	18° ¾ R.	18,8 R.
Slatoust	26 7,7	18	21,9

Diese Beobachtungen nach der Laplace'schen Formel, mit Hülfe der Ramond'schen Tafeln berechnet, geben:

	Meter.	Par. Fufs.
1) Höhe des Taganai über Slatoust	702,9	2163,9
- - - über dem Meere	1067	3284

Die westlichste Kuppe des Taganai ist diejenige, deren Glimmerschiefer die schönen Staurolithe und Granaten enthält. Hier fand ich an demselben Tage, um 12 Uhr Mittags:

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	$24^{z.}$ $9^{l.},9$	19° R.	18°,5 R.
Slatoust	26 7,7	18	21,9

woraus:

2) Höhe der Staurolithenkuppe des

	Meter.	Par. Fuſs.
Taganai über Slatoust	622,5	1916,2

Am Fuſse der mittleren Kuppe, oder auf der Höhe des Bergrückens, welcher die drei Kuppen trägt, wurde folgende Barometerhöhe beobachtet:

Den 12. August 10 Uhr Vormittags

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	24z. 11,6	18,5	18
Slatoust	26 7,9	17,5	20

woraus:

3) Höhe des ersten Absatzes des Taganai

	Meter.	Par. Fuſs.
über Slatoust	574,8	1769,3

Am Fuſse des Taganai breitet sich, im NW. desselben, ein morastiges Thal aus, in welchem an demselben Tage zwei Barometerbeobachtungen gemacht wurden.

Morgens um 7 Uhr:

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	25z. 7l.,3	16°,5	16,0
Slatoust	26 8 ,2	17 ,2	13,3

Abends um 6 Uhr. (Ein Gewitter ist im Anzuge)

	Baromnter	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	25z. 7l.,5	19°,0	19
Slatoust	26 7 ,5	19 ,0	19,0

	Meter.	Par. Fuſs.
Die erste Beobachtung giebt	350,6	1079,4
Die zweite	334,4	1029,5

Also im Mittel:

4) Höhe des Thales am Fuſse des Taganai

	Meter.	Par. Fuſs.
über Slatoust	347,5	1054,5

Die Näsimskischen Berge sind durch ein ziemlich weites Thal vom Taganai getrennt, auch hier erhebt sich eine schroffe Quarzkuppe, deren Höhe aber nicht gemessen wurde. Das Barometer zeigte auf den Näsimskischen Bergen:

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Oben	25z. 7l.,4	19	18
In Slatoust	26 8 ,2	17,5	17,5

woraus:

5) Höhe der Näsimskischen Berge

	Meter.	Par. Fufs.
über Slatoust	331	1020

Die Achmatowsche Granatengrube liegt bedeutend niedriger, und nur um weniges höher als Slatoust

Ueberfahrt über den Ural, auf dem Wege von Slatoust nach Miask, den 14. August 12 Uhr Mittags.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Auf dem Ural	25z. 11l.,0	17°,0	16,0
Slatoust	26 7 ,4	17 ,6	17,8

woraus:

6) Höhe des Urals bei der Ueberfahrt

	Meter.	Par. Fufs.
über Slatoust	228,9	704,6
über dem Meere	593	1825

Nicht weit von der Ueberfahrt befindet sich ebenfalls eine Quarzkuppe, die noch 31 Meter oder 95½ Par. Fufs höher ist.

Miask, den 5. August 9 Uhr Morgens.

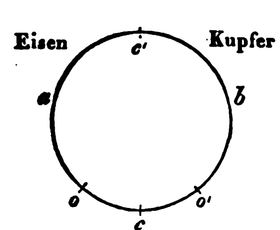
	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Miask, im Hause des Inspectors	26z. 8l.,4	20°½	20½
Slatoust	26 6 ,0	18	15,3

woraus:

Wärme in den beiden Metallen rechts und links von deren Vereinigungspunkten nicht in gleicher Weise geschieht, elektrische Wirkungen erfolgen, die, da sie ungleich sind und entgegengesetzte Richtungen haben, einen elektrischen Strom erzeugen, dessen Intensität ihrem Unterschiede proportional seyn wird. Diefs ist, was ich bei den von Hrn. Seebeck entdeckten thermoelektrischen Erscheinungen zu beweisen gedenke.

II. Von den Ursachen der thermoelektrischen Ströme in Bögen aus verschiedenen Metallen.

Es sey *cac'b* ein geschlossener Bogen, bestehend aus einem Eisen und einem Kupferdraht, die in *c* und *c'* zusammengelöthet worden. Erhält man den Punkt *c* nebst den benachbarten rechts und links von ihm in einer constanten aber höheren Temperatur als den Punkt *c'*, indem man das Stück *ocó*, von einer gekrümmten Glasröhre umgeben, in ein Quecksilberbad taucht, so hat man einen Strom, welcher die Richtung *cab* und, so lange sich der Temperaturunterschied nicht ändert, eine constante Intensität besitzt.



Ein Temperaturunterschied in den an den Vereinigungspunkten liegenden Theilen beider Metalle ist nicht die Ursache des Auftretens der thermoelektrischen Erscheinungen; denn der Strom behält dieselbe Richtung, man mag die Wärmequelle nach *o* oder nach *o'* bringen, obgleich im ersten Falle das Eisen *cac'*, und im letzteren das Kupfer *cbc'* die höhere Temperatur besitzt. Wahrscheinlich ist die Wärmestrahlung in den Berührungspunkten, vom Kupfer zum Eisen und vom Eisen zum Kupfer, eine der wirksamsten Ursachen zur Erzeugung des Stroms.

Ueberdiefs ist leicht zu beweisen, dafs der Strom von der Bewegung der Wärme aus einem Metall in das andere, und nicht von chemischen Wirkungen, von einer Oxy-

In der Satkinschen Eisenhütte, an demselben Tage.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
In der Eisenhütte	26z. 10l. $\frac{1}{4}$	20° $\frac{1}{2}$ C.	20° $\frac{1}{2}$ C.
Slatoust	26 8 $\frac{1}{2}$	16 R.	17 R.

woraus:

10) Höhe der Satkinschen Eisenhütte

	Meter.	Par. Fufs.
unter Slatoust	47$\frac{1}{2}$	145
über der Meeresfläche	316	975

Höhen zwischen Satka und Slatoust.

Erste Höhe.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Oben	26z. 4l.	19° C.	19° C.
Slatoust	26 8$\frac{1}{2}$	16 R.	17 R.

Zweite Höhe.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Oben	26z. 0l. $\frac{1}{4}$	16° C.	16° C.
Slatoust	26 8 $\frac{1}{2}$	16 R.	17 R.

woraus:

	Meter.	Par. Fufs.
11) Erhebung d. ersten Höhe üb. Slatoust	120,3	370,3
12) Erheb. d. zweiten Höhe üb. Slatoust	217,3	668,9

Beobachtungen zwischen Kasan und Sergiewsk.

Zu diesen Beobachtungen sind die correspondirenden aus den meteorologischen Tabellen für Kasan genommen, in welchen die Barometerhöhen alle auf den Gefrierpunkt reducirt sind.

Butinká, 7 Werst südlich von Kasan, am Ufer des Kaban-Sees, den 25. Juli 1828, Morgens um 7 Uhr.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Butinka	28z. $\frac{1}{2}$l.	18° C.	18 C.
Kasan	754mm,5	0	18

woraus:

	Meter.	Par. Fufs.
13) Höhe von Kasan über dem Spiegel des Kaban	24	74
14) Höhe d. Kaban üb. d. Meeresfläche	16,5	50

Anmerkung. Der Kaban liegt nur wenige Meter höher als die Wolga. Man kann die Höhe von Kasan (Universitätsgebäude) über der Wolga auf 90 Fufs anschlagen.

15) Der Spiegel der Mösch bei Abuchowa fand sich fast genau eben so hoch, als die vorhergehende Station, wie man aus der folgenden Beobachtung sieht.

Den 25. Juli, 9 Uhr Morgens.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Auf dem Spiegel der Mösch	28z. 1½l.	22° C.	22° C.
Kasan	754mm,7	0	15 R.

16) An demselben Tage wurde noch die Höhe von Schuran (am rechten Ufer der Kama) über dem Spiegel der Kama gemessen.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Schuran	27z. 11l.½	23°½ C.	23°½ C.
Kama	28 1	21 C.	21 C.

woraus man diese Höhe gleich 42 Meter oder 130 Par. Fufs findet. Zu derselben Zeit war in Kasan die Höhe des Barometers gleich 754mm,7 bei 0° Quecksilbertemperatur und 14°,5 R. Temperatur der Luft. Schuran liegt also nur wenig höher als Kasan, und die Kama bei Schuran hat fast genau dieselbe Höhe als die Wolga bei Kasan, obgleich Kasan viel entfernter vom Zusammenflufs dieser beiden Flüsse ist, als Schuran. Die Kama hat also einen viel bedeutenderen Fall als die Wolga, auch geht der Strom der ersteren viel geschwinder als der der zweiten.

17)

17) Indem man sich von dem linken Ufer der Kama entfernt, erhebt sich das Land sehr langsam, und hat erst bei Mamikova die Höhe von Schuran erreicht, wie man aus folgender Beobachtung sieht:

Den 26. Juli Mittags.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Mamikova	28z. $\frac{1}{4}$l.	27° C.	27° C.
Kasan	755mm,8	0	19,4 R.

Aus dieser Beobachtung findet man, daſs Mamikova beiläufig 40 Meter über dem Spiegel der Kama bei Schuran erhoben seyn muſs.

18) Schwefelbad Sergiewsk.

	27. Juli Mittags.			28 Juli 9. Morgens.			29. Juli 7. Abends.		
	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.
	Z. L.								
Sergiewsk	27 10$\frac{1}{2}$	23$\frac{3}{4}$C.	23$\frac{3}{4}$C.	27″,9$\frac{3}{4}$‴	19 C.	21$\frac{1}{4}$ C.	27″.9‴,9	24 C.	24 C.
Kasan	752mm,8	0	18,3R	749mm,5	0	15,9R.	748mm,8	0	17,6 R.

Reducirt man die drei Beobachtungen in Sergiewsk auf 0° Quecksilbertemperatur, so findet man, in Millimetern, 751mm,25, 750,35, 749,77; woraus man sieht, daſs der Unterschied der Höhen dieser beiden Orte zwar nicht mit Genauigkeit gefunden werden, aber auch nicht groſs seyn kann.

An der Soka zeigte das Barometer den 27. Juli Morgens 28 Z. $\frac{3}{8}$ Lin., bei 24° C. Quecksilber- und Lufttemperatur.

19) Bugulma,

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
den 31. Juli Morg.	27z. 2l.	26° C.	26° C.
Kasan	749mm,3	0	16 ,7 R.

woraus:

	Meter.	Fuſs.
Höhe von Bugulma über Kasan	205,2	631,5
- - - über dem Meere	245,7	756,4

20) Der Unterschied der correspondirenden Barometerstände von Slatoust und Bogoslowsk wurde in Beobachtungen an zwei verschiedenen Tagen, einmal $11^{mm},8$, das andere Mal 10,2 gefunden, also im Mittel $11^{mm},0$, bei einer mittleren Temperatur der Luft und des Quecksilbers von 20° C. Bogoslowsk liegt niedriger als Slatoust, und zwar, nach diesen Beobachtungen, um etwa 132 Meter. Also:

Höhe von Bogoslowsk über dem Meere 232 Meter
oder ungefähr 700 Fufs.

Erläuternde Bemerkungen.

Es ist bekannt, dafs der Ural die Grenze der Flufsgebiete des europäischen und asiatischen Rufslands bezeichnet; doch bildet er keinen zusammenhängenden Gebirgszug, den man als die eigentliche Wasserscheide ansehen könnte.

Im Bezirke von Slatoust bildet der Ural drei Bergzüge, die sich in paralleler Richtung von SW. und NO. erstrecken, und deren Höhe von West nach Ost abnimmt. Der westlichste und höchste Zug besteht aus drei Gruppen, welche verschiedene Namen tragen, die Urengā, der Taganai, und die Jurmā. Sie liegen alle drei auf derselben Linie, welche zugleich die Streichungslinie des Glimmerschiefers ist, aus dem sie bestehen.

Wenn man von Südwest nach Nordost fortgeht, so fängt dieser zweimal unterbrochene Bergzug mit der Urengā an; dieses Gebirge gilt in der Umgegend für sehr hoch, doch scheint es mir niedriger zu seyn als der Taganai, und mag sich nicht viel über 3000 Fufs über der Meeresfläche erheben. Es wird nach Nordost hin immer niedriger, und bildet dicht neben Slatoust, welches am nördlichsten Ende desselben liegt, zwar sehr steil ansteigende, aber nicht über 1000 Fufs über Slatoust sich erhebende Berge. Bei Slatoust fliefst der Aï durch das enge Thal, welches die Urengā vom Taganai trennt.

Der Taganai, welcher, wie ich schon gesagt habe, gewissermafsen, nach kurzer Unterbrechung, die Fortsetzung der Urengā bildet, ist mehr zerrissen, und deutlich in mehrere Kuppen getheilt. Auch ist sein Lauf nicht so lang, als der der Urengā; er verflächt sich, erhebt sich aber sehr bald wieder mit neuem Namen: diefs ist die Jurmā, die noch höher seyn soll als der Taganai; doch habe ich sie nicht besucht. Dar Taganai hat auf der höchsten Spitze seines Kammes 3400 Fufs Höhe über der Meeresfläche *).

Im Westen von diesem ersten Gebirgszuge finden sich noch einige kleine nicht so zusammenhängende Züge, die jedoch auch hin und wieder zu einer bedeutenden Höhe ansteigen. Genannt zu werden verdienen: der Nurtusch, der Süratkul, den man von der Satkinschen Eisenhütte aus sieht; endlich der Berg Silga, der noch mehr nach Westen liegt, nämlich noch im Westen von Satka, der aus Sandstein besteht, und bei der Ueberfahrt 1700 Fufs über der Meeresfläche erhaben ist.

Der zweite Gebirgszug liegt im Osten des ersten, und läuft demselben parallel, ist bei weitem niedriger und wird vom eigentlichen Ural gebildet. Der erste Gebirgszug bildet steil ansteigende Rücken — der des Taganai ist 3000 Fufs hoch und trägt noch eine schroffe 400 F. hohe Quarzkuppe — der zweite ist etwas flacher, 2000 F. hoch (bei der Ueberfahrt von Slatoust nach Miask) und trägt auch Quarzkuppen, die aber nicht viel höher als zu 100 Fufs ansteigen. Der ganze schmale Raum zwischen dem Ural und der Urengā wird vom Flufsgebiete des Aï eingenommen, welcher bei Slatoust die Tesma aufnimmt, und nun sich nach Westen wendet. Zwischen dem Ural und dem Taganai fliefst der grofse Kislim auch nach Norden, wendet sich aber, fast an der nördlichsten

*) Der höchste Berg am Ural scheint der Jeremel zu seyn, südlich von Slatoust, auf welchem man, in den Schluchten, zuweilen im *Juli noch Schnee* findet.

Grenze des Slatoustischen Bezirkes, nach Osten, durchschneidet den Ural, der sich hier verflächt, und fällt in die Miafs, welche zu den asiatischen Gewässern gehört.

Wenn man nun vom Ural nach Osten geht, folgt ein weiter Zwischenraum, in welchem sich einzelne unzusammenhängende, gröfstentheils niedrige Hügel von Serpentin und Diorit kuppenartig erheben, bis man endlich an das Ilmengebirge kommt, den dritten Bergzug, der ebenfalls dem Ural parallel läuft. Die Höhe des Ilmen ist nicht bedeutend, er scheint noch niedriger als der Ural zu seyn; doch ist keine genaue Messung angestellt worden. Er bildet ebenfalls ein langgezogenes mannigfach zerrissenes Gebirge; doch wird es nirgends von einem Flufs durchschnitten. Die Miafs, die im Südwest des Ilmens in dem Diorit- und Serpentingebirge, welches den östlichen Abhang des Urals ausfüllt, ihren Ursprung nimmt, läuft erst nach Nordost, tritt hinter Miafs in den eben beschriebenen Zwischenraum zwischen dem Ural und Ilmen, und entfernt sich erst vom Ural, indem sie eine östliche Richtung nimmt, da wo der Ilmen sich im Norden verflächt, an das nördliche Ende desselben herumgehend. Eine andere Bemerkung, die die blofse Ansicht der Karte sogleich an die Hand giebt, ist die, dafs der Lauf der Miafs, da wo sie zwischen dem Ural und dem Ilmen hinfliefst, dem Ilmen viel näher ist, als dem Ural; so dafs es sichtlich wird, wie der Ural sich mit dem darauf folgenden Diorit- und Serpentingebirge allmälig nach Osten abflächt, der Ilmen dagegen viel schroffer in die Höhe steigt. So ist es auch auf der anderen Seite des Urals; die westliche Abdachung desselben, nach Slatoust hin, ist viel allmäliger, als der östliche Absturz der Urengä, im Westen von Slatoust. Die Serpentin- und Diorithügel, die zwischen dem zweiten und dritten Bergzuge sich hin erstrecken, werden fast überall von den Flüssen durchbrochen, so dafs sie kein zusammenhängendes Ganzes bilden: es sind flache unregelmäfsig gebildete, unzusammen-

hängende Höhen; nur hin und wieder erheben sie sich höher in isolirten Kuppen, z. B. der Auschkul, ein Serpentinberg, dessen Spitze von dichtem Quarz (grauem Hornstein) gebildet ist, und der bis zur Höhe von 2000 Fufs, d. h. bis zur Höhe des Urals, ansteigt; eben so die naralinskischen Berge, aus Diorit bestehend, deren Lage man auf der Karte nachsehen kann. In den Spalten, welche die Hügel dieser Formation unterbrechen, sammelt sich häufig Wasser, und es bilden sich Seen, die gewöhnlich eine runde Form haben, und sich besonders da einfinden, wo sich einzelne Kuppen plötzlich erheben; so giebt es einen See am Fufse des Auschkul und des Narali. Im Süden von Sirostan nimmt ein kleiner See den flachen Rücken eines Serpentinhügels ein. Die Kalksteinhügel, die mit den Diorit- und Serpentinhügeln abwechseln, sind gewöhnlich noch niedriger als diese, sind aber nicht so zerrissen, und bilden mehr langgestreckte flache Massen.

Um sich einen recht deutlichen Begriff von den Erhebungen der beiden ersten Bergzüge zu machen, wird es gut seyn, sie in ihren einzelnen Absätzen zu betrachten. Die tiefsten Spalten in der Gegend von Slatoust, wie das Bette des Aï, sind etwas mehr als 1000 Fufs über der Meeresfläche erhaben. Die Berge, die Slatoust zunächst umgeben, und die man zuerst hiansteigt, wenn man Slatoust verläfst, es sey nach welcher Seite hin es wolle, sind noch 800 bis 1000 Fufs höher; hieher gehören die Näsimskischen Berge, die westlich vom Taganai liegen, durch den obersten Theil des Thales der Tesma von demselben getrennt sind, und ebenfalls eine Quarzkuppe tragen. Die Höhe, über welche man kommt, wenn man von Westen her nach Slatoust reist; endlich im Osten von Slatoust der Ural selbst; die Ebene, die sich am Fufse der Taganai hinzieht, erreicht ebenfalls diese Höhe. Ueber dieser Ebene erhebt sich nun der erste Absatz des Taganai mit mäfsiger Steile noch 800 Fufs höher; und

woraus:

2) Höhe der Staurolithenkuppe des

	Meter.	Par. Fufs.
Taganai über Slatoust	622,5	1916,2

Am Fufse der mittleren Kuppe, oder auf der Höhe des Bergrückens, welcher die drei Kuppen trägt, wurde folgende Barometerhöhe beobachtet:

Den 12. August 10 Uhr Vormittags

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	24z. 11,6	18,5	18
Slatoust	26 7,9	17,5	20

woraus:

3) Höhe des ersten Absatzes des Taganai

	Meter.	Par. Fufs.
über Slatoust	574,8	1769,3

Am Fufse des Taganai breitet sich, im NW. desselben, ein morastiges Thal aus, in welchem an demselben Tage zwei Barometerbeobachtungen gemacht wurden.

Morgens um 7 Uhr:

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	25z. 7l.,3	16°,5	16,0
Slatoust	26 8 ,2	17 ,2	13,3

Abends um 6 Uhr. (Ein Gewitter ist im Anzuge).

	Baromnter	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Obere Station	25z. 7l.,5	19°,0	19
Slatoust	26 7 ,5	19 ,0	19,0

	Meter.	Par. Fufs.
Die erste Beobachtung giebt	350,6	1079,4
Die zweite	334,4	1029,5

Also im Mittel:

4) Höhe des Thales am Fufse des Taganai

	Meter.	Par. Fufs.
über Slatoust	347,5	1054,5

Die Näsimskischen Berge sind durch ein ziemlich weites Thal vom Taganai getrennt, auch hier erhebt sich eine schroffe Quarzkuppe, deren Höhe aber nicht gemessen wurde. Das Barometer zeigte auf den Näsimskischen Bergen:

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Oben	25z. 7l.,4	19	18
In Slatoust	26 8 ,2	17,5	17,5

woraus:

5) Höhe der Näsimskischen Berge

	Meter.	Par. Fufs.
über Slatoust	331	1020

Die Achmatowsche Granatengrube liegt bedeutend niedriger, und nur um weniges höher als Slatoust

Ueberfahrt über den Ural, auf dem Wege von Slatoust nach Miask, den 14. August 12 Uhr Mittags.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Auf dem Ural	25z. 11l.,0	17°,0	16,0
Slatoust	26 7 ,4	17 ,6	17,8

woraus:

6) Höhe des Urals bei der Ueberfahrt

	Meter.	Par. Fufs.
über Slatoust	228,9	704,6
über dem Meere	593	1825

Nicht weit von der Ueberfahrt befindet sich ebenfalls eine Quarzkuppe, die noch 31 Meter oder 95½ Par. Fufs höher ist.

Miask, den 5. August 9 Uhr Morgens.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Miask, im Hause des Inspectors	26z. 8l.,4	20° ½	20½
Slatoust	26 6 ,0	18	15,3

woraus:

Der Uebergangskalk scheint sich nach dem Ausbruche der Serpentin- und Dioritmassen gebildet zu haben, welche er häufig durchdringt, er steigt nirgends hoch an; hin und wieder ist er sehr mit Quarz gemengt, so wie der Uebergangssandstein häufig Kalk enthält.

Der Syenit, das neueste und merkwürdigste Glied der Uebergangsformation, ist offenbar nach der Bildung des Kalkes hervorgebrochen, denn er bedeckt den letzteren an mehreren Stellen; auch habe ich in der geognostischen Schilderung des Urals, Art. Syenit, auf eine Stelle aufmerksam gemacht, wo der Kalkstein von dem Syenit emporgehoben zu seyn scheint. Es ist merkwürdig, daſs da, wo der Syenit, oder eine von den ihm parallele Formation an den Kalkstein grenzt, dieser körnig wird, als ob dieſs eine Wirkung des Feuers wäre, daſs er aus dem benachbarten Syenit Titaneisen und Apatit aufnimmt.

Die Syenitformation umschlieſst auch mehrere Seen, wie den Ilmensee bei Miask, der von einem ringförmigen Gebirge umgeben ist, dessen Syenit die ausgezeichnetsten Zirkone enthält, und den Lasurstein, der durch Schwefel gefärbt ist. Das Land im Osten und Südost des Ilmengebirges ist ganz von Seen übersäet, von denen ein groſser Theil einen starken Salzgehalt hat, der in einigen immer mehr zunehmen soll. Nach Norden hinauf nimmt die Anzahl der Seen zwar bedeutend ab, doch finden sie sich immer noch in viel gröſserer Menge im Osten des Ural, als im Westen.

In der Satkinschen Eisenhütte, an demselben Tage.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
In der Eisenhütte	26z. 10l. $\frac{1}{4}$	20° $\frac{1}{2}$ C.	20° $\frac{1}{2}$ C.
Slatoust	26 8 $\frac{1}{2}$	16 R.	17 R.

woraus:

10) Höhe der Satkinschen Eisenhütte

	Meter.	Par. Fufs.
unter Slatoust	47$\frac{1}{2}$	145
über der Meeresfläche	316	975

Höhen zwischen Satka und Slatoust.

Erste Höhe.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Oben	26z. 4l.	19° C.	19° C.
Slatoust	26 8$\frac{1}{2}$	16 R.	17 R.

Zweite Höhe.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Oben	26z. 0l. $\frac{1}{4}$	16° C.	16° C.
Slatoust	26 8 $\frac{1}{2}$	16 R.	17 R.

woraus:

	Meter.	Par. Fufs.
11) Erhebung d. ersten Höhe üb. Slatoust	120,3	370,3
12) Erheb. d. zweiten Höhe üb. Slatoust	217,3	668,9

Beobachtungen zwischen Kasan und Sergiewsk.

Zu diesen Beobachtungen sind die correspondirenden aus den meteorologischen Tabellen für Kasan genommen, in welchen die Barometerhöhen alle auf den Gefrierpunkt reducirt sind.

Butinkȧ, 7 Werst südlich von Kasan, am Ufer des Kaban-Sees, den 25. Juli 1828, Morgens um 7 Uhr.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Butinka	28z. $\frac{1}{2}$l.	18° C.	18 C.
Kasan	754mm,5	0	18

zurückblieb; der Stand des Wassers in der Röhre wurde durch einen Feilstrich bezeichnet, und darauf das Tellur durch sehr geringes Erhitzen von dem anhängenden Wasser befreit. Wäre bei diesem Abdestilliren des Wassers schon etwa eine Zersetzung des zu untersuchenden Körpers vorgegangen, so hätte Wasserstoff frei werden müssen, und das sperrende Wasser hätte in der Röhre nach vollkommener Abkühlung seinen früheren Stand nicht wieder einnehmen können; da aber der Stand des sperrenden Wassers nach dem Abdestilliren immer etwas höher als zuvor war, so geht daraus hervor: dafs hierdurch keine Zersetzung erfolgte. Deshalb wurde nun das Tellur bis zum Schmelzen erhitzt und vollständig sublimirt; doch auch hierdurch wurde kein Wasserstoff frei, denn das Wasser nahm genau seine frühere Höhe wieder ein.

Da bei diesem Versuche, der mehrmals wiederholt wurde, die angewandte Quantität des vermeintlichen Tellur-Hydrurs etwa 0,015 Grm. betrug, so hätten, wenn das Hydrur auch nur ein halb Procent Wasserstoff enthielte, 0,00007 Grm., oder beinah ein Cubikcentimeter Gas frei werden müssen, welche Menge, da das angewandte Rohr nur etwa ein Centimeter im Durchmesser hatte, der Beobachtung nicht hätte entgehen können. Aus diesem Versuche ergiebt sich also, dafs weder durch Schmelzung noch durch Sublimation dieser Körper Wasserstoff giebt.

Man könnte indefs glauben, dafs derselbe dennoch eine Verbindung mit Wasserstoff sey, welche jedoch die Eigenschaft besäfse, sich sublimiren zu lassen, ohne zersetzt zu werden; deshalb wurde der Versuch noch einmal angestellt, nur mit der Abänderung, dafs gleichzeitig mit dem zu untersuchenden Körper auch Zinn in die Röhre gebracht und derselbe mit diesem zusammen legirt wurde; aber auch jetzt hatte das angewandte Wasserstoffgas weder an Volumen zu- noch abgenommen.

17) Indem man sich von dem linken Ufer der Kama entfernt, erhebt sich das Land sehr langsam, und hat erst bei Mamikova die Höhe von Schuran erreicht, wie man aus folgender Beobachtung sieht:

Den 26. Juli Mittags.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Mamikova	$28^{z.}\ \frac{1}{4}^{l.}$	27° C.	27° C.
Kasan	$755^{mm},8$	0	19,4 R.

Aus dieser Beobachtung findet man, dafs Mamikova beiläufig 40 Meter über dem Spiegel der Kama bei Schuran erhoben seyn mufs.

18) Schwefelbad Sergiewsk.

	27. Juli Mittags.			28 Juli 9. Morgens.			29. Juli 7. Abends.		
	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.
	Z. L.								
Sergiewsk	27 $10\frac{1}{2}$	$23\frac{3}{4}$C.	$23\frac{3}{4}$C.	$27'',9\frac{3}{4}'''$	19 C.	$21\frac{1}{4}$ C.	$27''.9'',9$	24 C.	24 C.
Kasan	$752^{mm},8$	0	18,3R	$749^{mm},5$	0	15,9R.	$748^{mm},8$	0	17,6 R.

Reducirt man die drei Beobachtungen in Sergiewsk auf 0° Quecksilbertemperatur, so findet man, in Millimetern, $751^{mm},25$, 750,35, 749,77; woraus man sieht, dafs der Unterschied der Höhen dieser beiden Orte zwar nicht mit Genauigkeit gefunden werden, aber auch nicht grofs seyn kann.

An der Soka zeigte das Barometer den 27. Juli Morgens 28 Z. $\frac{3}{8}$ Lin., bei 24° C. Quecksilber- und Lufttemperatur.

19) Bugulma,

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
den 31. Juli Morg.	$27^{z.}\ 2^{l.}$	26° C.	26° C.
Kasan	$749^{mm},3$	0	16 ,7 R.

woraus:

	Meter.	Fufs.
Höhe von Bugulma über Kasan	205,2	631,5
- - - über dem Meere	245,7	756,4

werden sollen, sich mit dem Tellur zu diesem braunen Hydrur verbunden habe. Davy fand später, dafs, ehe diese braunen Wolken sich bilden, die Flüssigkeit, die das Tellur zunächst umgiebt, sich roth färbt, indem sich Tellur-Wasserstoffgas darin auflöst, und dafs aus dieser Auflösung der braune Körper gebildet werde; was nach seiner Meinung auf die Art geschieht, dafs der Sauerstoff, den das Wasser früher absorbirt hatte, sich mit einem Theile des im Tellurwasserstoffe enthaltenen Wasserstoffs verbindet, und so das Hydrur (eine Verbindung von Tellur mit weniger Wasserstoff) ausscheidet.

Um zu untersuchen, ob es der Sauerstoff der vom Wasser absorbirten atmosphärischen Luft sey, der das Tellurwasserstoff zersetze, brachte ich Tellur als negativen Pol der Säule in destillirtes Wasser, das unmittelbar vorher längere Zeit ausgekocht worden war, und übergofs dieses mit einer Schicht von Oel, um die Absorption der atmosphärischen Luft während des Versuchs zu hindern; die Erscheinungen waren aber ganz dieselben, wie sie Davy angiebt, woraus hervorgeht, dafs es nicht der Sauerstoff aus der vom Wasser absorbirten Luft seyn kann, der das Tellurwasserstoffgas zersetzt. Wenn man ferner die Menge des Sauerstoffs beobachtete, die während der Bildung dieses Körpers am positiven Pol der Säule entwich, so war diese bei weitem geringer, als sie bei derselben Intensität der Säule gewöhnlich zu seyn pflegte, wenn sich am negativen Pol kein Tellur, sondern irgend ein anderes Metall befand. Und in einem dieser Versuche fand ich sogar, dafs sich weder am negativen noch am positiven Pole irgend eine Gasart entwickelte, und sich dennoch der braune Körper bildete. Hieraus wird es wahrscheinlich, dafs die Bildung desselben auf die Weise geschieht, dafs sich der Wasserstoff am negativen Pole mit dem Tellur zu Tellurwasserstoffgas verbindet, und als solches sich im Wasser auflöst, und durch den Sauerstoff, der in andern Fäl-

In der Satkinsehen Eisenhütte, an demselben Tage.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
In der Eisenhütte	26z. 10l. ¼	20° ½ C.	20° ½ C.
Slatoust	26 8 ½	16 R.	17 R.

woraus:

10) Höhe der Satkinschen Eisenhütte

	Meter.	Par. Fuſs.
unter Slatoust	47½	145
über der Meeresfläche	316	975

Höhen zwischen Satka und Slatoust.

Erste Höhe.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Oben	26z. 4l.	19° C.	19° C.
Slatoust	26 8½	16 R.	17 R.

Zweite Höhe.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Oben	26z. 0l. ¼	16° C.	16° C.
Slatoust	26 8 ½	16 R.	17 R.

woraus:

	Meter.	Par. Fuſs.
11) Erhebung d. ersten Höhe üb. Slatoust	120,3	370,3
12) Erheb. d. zweiten Höhe üb. Slatoust	217,3	668,9

Beobachtungen zwischen Kasan und Sergiewsk.

Zu diesen Beobachtungen sind die correspondirenden aus den meteorologischen Tabellen für Kasan genommen, in welchen die Barometerhöhen alle auf den Gefrierpunkt reducirt sind.

Butinkȧ, 7 Werst südlich von Kasan, am Ufer des Kaban-Sees, den 25. Juli 1828, Morgens um 7 Uhr.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Butinka	28z. ½l.	18° C.	18 C.
Kasan	754mm,5	0	18

fel und Selen an der galvanischen Säule. Da diese aber die Elektricität nicht leiten, so findet nur Wasserzersetzung statt, wenn man dieselben mit dem Platindraht, an dem sie befestigt sind, zugleich unter Wasser taucht, wo dann beim Schwefel ein gelber, beim Selen ein rother Niederschlag entsteht, der ganz wie beim Tellur dadurch gebildet ist, dafs der entstandene Schwefel- und Selenwasserstoff vom Wasser aufgelöst und vom Sauerstoff, noch ehe dieser am positiven Pole entweichen kann, zersetzt wird.

Nachdem ich mich auf diese Weise überzeugt hatte, dafs diese Niederschläge beim *Tellur*, *Schwefel* und *Selen* keinen Wasserstoff enthalten, wünschte ich zu untersuchen, ob wohl der braune Körper, der sich bildet, wenn Arsenik als negativer Pol der Säule angewendet wird, Wasserstoff (wie es gewöhnlich angeführt wird) enthalte. Es ist mir jedoch nicht möglich gewesen, mehr als Spuren von demselben in reinem Wasser zu bekommen, was, wie ich glaube, daher rührt, dafs das Arsenikwasserstoffgas, da es im Wasser unlöslich ist, fortwährend entweicht, und daher nicht vom Sauerstoff wieder zersetzt werden kann. Ich mufs es daher dahin gestellt seyn lassen, ob dieser Körper ein Hydrur sey oder nicht. Anders verhält es sich mit dem braunen Niederschlage, der entsteht, wenn Arsenikkalium durch Wasser zersetzt wird. Die Untersuchungen von Gay-Lussac und Thénard, *Recherches phys. chim. T. I. p.* 232., lassen zwar keinen Zweifel über die Natur desselben übrig. Da sich jedoch nirgends findet, dafs diese Herren den Wasserstoff aus dem Arsenikhydrur wirklich dargestellt haben, so bereitete ich mir dasselbe durch Zusammenschmelzen von Arsenik und Natrium und nachherigem Zersetzen mit Wasser, und untersuchte es auf ähnliche Weise wie das *Tellur*. Jedesmal aber, wenn dasselbe in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas erhitzt wurde, gab es nicht unbedeutende Quantitäten von Wasserstoff,

17) Indem man sich von dem linken Ufer der Kama entfernt, erhebt sich das Land sehr langsam, und hat erst bei Mamikova die Höhe von Schuran erreicht, wie man aus folgender Beobachtung sieht:

Den 26. Juli Mittags.

	Barometer.	Temp. d. Quecks.	Temp. d. Luft.
Mamikova	$28^{z.}\ \frac{1}{4}^{l.}$	27° C.	27° C.
Kasan	$755^{mm},8$	0	19,4 R.

Aus dieser Beobachtung findet man, daſs Mamikova beiläufig 40 Meter über dem Spiegel der Kama bei Schuran erhoben seyn muſs.

18) Schwefelbad Sergiewsk.

	27. Juli Mittags.			28 Juli 9. Morgens.			29. Juli 7. Abends.		
	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.	Bar.	Temp. d. Q.	Temp. d. Luft.
	Z. L.								
Sergiewsk	27 $10\frac{1}{2}$	$23\frac{3}{4}$C.	$23\frac{3}{4}$C.	$27'',9\frac{3}{4}'''$	19 C.	$21\frac{1}{4}$ C.	27''.9''',9	24 C.	24 C.
Kasan	$752^{mm},8$	0	18,3R	$749^{mm},5$	0	15,9R.	$748^{mm},8$	0	17,6 R.

Reducirt man die drei Beobachtungen in Sergiewsk auf 0° Quecksilbertemperatur, so findet man, in Millimetern, $751^{mm},25$, 750,35, 749,77; woraus man sieht, daſs der Unterschied der Höhen dieser beiden Orte zwar nicht mit Genauigkeit gefunden werden, aber auch nicht groſs seyn kann.

An der Soka zeigte das Barometer den 27. Juli Morgens 28 Z. $\frac{3}{8}$ Lin., bei 24° C. Quecksilber- und Lufttemperatur.

19) Bugulma,

	Barometer.	Temp. d. Queck.	Temp. d. Luft.
den 31. Juli Morg.	$27^{z.}\ 2^{l.}$	26° C.	26° C.
Kasan	$749^{mm},3$	0	16 ,7 R.

woraus:

	Meter.	Fuſs.
Höhe von Bugulma über Kasan	205,2	631,5
- - - über dem Meere	245,7	756,4

man mehrmals rectificirtes Steinöl und kohlefreies Kalium oder Natrium angewandt hat.

Aus dem hier Angeführten sieht man also, daſs das bisher beim *Tellur* angenommene Hydrur nicht existirt, sondern, daſs der braune Niederschlag, der sich bildet, wenn Tellur am negativen Pole der galvanischen Säule zur Wasserzersetzung angewendet wird, nur metallisches *Tellur* ist;

daſs ähnliche Niederschläge auch beim *Schwefel* und *Selen* statt finden;

daſs Tellurkalium sich in Wasser auflöst ohne ein Hydrur zurückzulassen, und darin dem Schwefel und Selen ganz ähnlich ist;

daſs durch Zutritt von atmosphärischer Luft aus dem Tellurkalium metallisches Tellur, aber kein Hydrur ausgeschieden wird;

daſs hingegen, wenn *Arsenik-* oder *Phosphorkalium* durch Wasser zersetzt werden, sich Niederschläge bilden, die Hydrure sind.

III. *Ueber die Wirkung des Kali's auf organische Substanzen.*

Durch neuere Versuche hat sich Hr. Gay-Lussac überzeugt, daſs die Einwirkung von Aetzkali auf organische Substanzen nicht bloſs Oxalsäure erzeugt, sondern gleichzeitig auch Wasser und Essigsäure (*Journ. de chim. med. Ann. VI. p.* 20.). Hiedurch finden dann namentlich die Erscheinungen bei der Weinsteinsäure (s. dies. Bd. S. 174.) ihre Erklärung.

Der Taganai, welcher, wie ich schon gesagt habe, gewissermafsen, nach kurzer Unterbrechung, die Fortsetzung der Urengā bildet, ist mehr zerrissen, und deutlich in mehrere Kuppen getheilt. Auch ist sein Lauf nicht so lang, als der der Urengā; er verflächt sich, erhebt sich aber sehr bald wieder mit neuem Namen: diefs ist die Jurmā, die noch höher seyn soll als der Taganai; doch habe ich sie nicht besucht. Dar Taganai hat auf der höchsten Spitze seines Kammes 3400 Fufs Höhe über der Meeresfläche *).

Im Westen von diesem ersten Gebirgszuge finden sich noch einige kleine nicht so zusammenhängende Züge, die jedoch auch hin und wieder zu einer bedeutenden Höhe ansteigen. Genannt zu werden verdienen: der Nurtusch, der Süratkul, den man von der Satkinschen Eisenhütte aus sieht; endlich der Berg Silga, der noch mehr nach Westen liegt, nämlich noch im Westen von Satka, der aus Sandstein besteht, und bei der Ueberfahrt 1700 Fufs über der Meeresfläche erhaben ist.

Der zweite Gebirgszug liegt im Osten des ersten, und läuft demselben parallel, ist bei weitem niedriger und wird vom eigentlichen Ural gebildet. Der erste Gebirgszug bildet steil ansteigende Rücken — der des Taganai ist 3000 Fufs hoch und trägt noch eine schroffe 400 F. hohe Quarzkuppe — der zweite ist etwas flacher, 2000 F. hoch (bei der Ueberfahrt von Slatoust nach Miask) und trägt auch Quarzkuppen, die aber nicht viel höher als zu 100 Fufs ansteigen. Der ganze schmale Raum zwischen dem Ural und der Urengā wird vom Flufsgebiete des Aï eingenommen, welcher bei Slatoust die Tesma aufnimmt, und nun sich nach Westen wendet. Zwischen dem Ural und dem Taganai fliefst der grofse Kislim auch nach Norden, wendet sich aber, fast an der nördlichsten

*) Der höchste Berg am Ural scheint der Jeremel zu seyn, südlich von Slatoust, auf welchem man, in den Schluchten, zuweilen im Juli *noch Schnee* findet.

5.	6.	7.	8.
	Dichtigkeit		Gewicht v. 1 Litr. od. 1000 Cubikcentim. b. 0° u. 0,76 Met. berechnet.
gegen die von Sauerstoff = 1	gegen die der Luft = 1 berechnet	beobachtet	
0,90814 [b]	1,00000		1,299075 Gm.
0,94259	1,03930	1,0388 B	1,35013
0,88219	0,97269	1,9409 CD	1,26360
0,61570	0,67887		0,88190
1,13782	1,25456	1,2474 BA	1,62977
2,47695	2,73107		3,54788
3,97692	4,38495	4,44 G	5,69639
0,85597	0,94379	0,9476 G	1,22606
1,93140	2,12956		2,76646
2,36296 [c]	2,60539	2,626 D	3,38461
2,77833 [d]	3,06338	3,067 D	3,97958
4,97395 [e]	5,48424	5,409 D	7,12448
1,45157 [f]	1,60049	1,6133 G	2,07917
0,562398	0,62010	0,6235 G	0,80556
1,38518	1,52730	1,5204 Co	1,98408
2,71325	2,99163	2,409 HD	3,88635
1,38218	1,52400	1,524 BD	1,97978
2,00582	2,21162	2,247 Bz	2,87306
1,06822	1,17782	1,1912 GT	1,53008
2,39383	2,63944	2,6447 G	3,42883
0,85597	0,94379	0,9476 G	1,22606
1,93140	2,12956		2,76646

näher angegeben wurde.

Die Dichte der wirklichen Luft, die des Sauerstoffgases zur

estehe.

gas und 1½ Vol. Sauerstoffgas bestehe, also gegen Luft eine Dich-

ınd 1½ Vol. Sauerstoffgas bestehe, folglich gegen Luft eine Dich-

cifischen Gewichten des Aether- und des Wasserdampfs. Eben
it einander, ohne eine Verdichtung zu erleiden; während bekann-
umensverringerung erfolgt.

Die Temperaturen, welche den Spannungen über 24 Atmosphären entsprechen, sind nach der Formel:

$$t=\frac{\sqrt[5]{e}-1}{0{,}7153}$$

berechnet, in der e die Elasticität, ausgedrückt in Atmosphären, und t die Temperaturen, von 100° an gerechnet und das Intervall von 100° zur Einheit genommen, bezeichnet. Man hat starke Gründe zu glauben, dafs bei 50 Atmosphären noch kein Fehler von 1° vorkommt.

Paris beauftragt hatte. Die mühsamen und oft sehr gefährlichen Versuche, welche ihr zum Grunde liegen, sind von den HH. Dulong und Arago angestellt. [Das Detail von dieser wichtigen Arbeit ist bis jetzt noch nicht bekannt gemacht. *P.*]

*) Diese Formel scheint derjenigen nachgebildet zu seyn, welche Th. Young in seinen *Lectures on Natural Phil. T. II. p.* 393. nach den damals bekannten Versuchen aufstellt. Sie ist:

$$f=\frac{\sqrt[7]{d}-1}{0{,}0029},$$

wo d die Elasticität des Dampfs in Atmosphären von 30 Zoll engl. Quecksilber und f die Temperatur in Fahrenheit'schen Graden über 212° F. bezeichnet. *P.*

VI. *Vom thermo-elektrischen Vermögen der Metalle; von Hrn. Becquerel.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLI. p.* 353.)

I. Von den elektrischen Wirkungen, die in einem Metall-Draht oder Streifen während der Erhitzung eines seiner Enden hervorgebracht werden.

Wärme und Elektricität zeigen sich bei allen Naturerscheinungen; wo die eine auftritt, erscheint auch die andere mit gröfserer oder geringerer Kraft; ihre gegenseitigen Beziehungen sind demnach für die Kenntnifs der physischen Eigenschaften aller Körper unumgänglich.

Die Mehrzahl der Physiker des vorigen Jahrhunderts hielt die Wärme für identisch mit der Elektricität, welche man *Elementarfeuer* nannte. Der Abt Nollet drückt sich hierüber folgendermafsen aus: *L'observation vient ici à l'appui de l'expérience, et nous porte à croire de plus en plus que le feu, la lumière et l'électricité dépendent du même principe, et ne sont que trois modifications différentes du même être* *). Es ist indefs hier nur eine vage Hypothese, gegründet auf einige Thatsachen, die man zu sehr verallgemeinern wollte.

Winterl sprach die unmittelbaren Beziehungen, welche zwischen der Wärme und der Elektricität stattfinden können, genauer aus; denn er stellte zuerst die Idee auf, dafs die Wärme aus den beiden elektrischen Principien bestände. Diese Muthmafsung wurde aber durch keine zur Aufstellung einer Theorie geeignete Erfahrung unterstützt.

Nun kam Davy und zeigte, dafs man ein Stück Kohle mittelst eines sehr starken elektrischen Stromes im luftleeren Raume glühend machen könne. Diese wich-

*) *Leçons de physique, T. VI. p.* 252.

B. Sachregister.

A.

und das andere darauf legt, alsdann in dem Bogen ein Strom entsteht in der Richtung, dafs das erhitzte Ende positive Elektricität annimmt. Dieser Strom dauert so lange, bis die Temperatur an beiden Enden gleich geworden ist. Diese Thatsache, die man der gestörten Continuität des Bogens zugeschrieben hat, rührt offenbar von dem her, was bei der Fortpflanzung der Wärme vor sich geht; denn das erhitzte Ende mufs dem andern positive Elektricität geben, und negative von ihm empfangen.

Der folgende Versuch dient ebenfalls der Theorie zur Stütze. Es sey ein geschlossener Bogen *a*, *b*, *c* aus einem Platindraht gebildet, dessen beide Enden mit gröfster Sorgfalt zusammen gelöthet worden, so dafs alle Theile als homogen betrachtet werden können. Die Erhitzung eines von ihnen wird das Gleichgewicht der Elektricität nicht stören; diefs mufs so seyn, weil die Wärme sich rechts und links von den erhitzten Punkten gleichmäfsig fortpflanzt. Schlägt man aber in *o* einen Knoten, und erwärmt den Draht dicht daneben in *F*, so erzeugt sich augenblicklich ein elektrischer Strom, dessen Richtung anzeigt, dafs die positive Elektricität links vom Punkte *o* fortgeht. Diefs Resultat erklärt sich leicht; denn da der Bogen keine Discontinuität enthält, so mufs die Erscheinung von einer Verschiedenheit in der Fortpflanzung oder Bewegung der Wärme herrühren. Wirklich pflanzt sich auch die Wärme ungleich fort, weil der Theil *Fo*, der fortwährend zum Rothglühen gebracht wird, sich wegen der kleinen Masse *o* erkaltet, und indem diese sich erwärmt, nimmt sie positive Elektricität an; der Strom geht also in der Richtung *a*, *b*, *c*.

Hienach ist die Annahme natürlich, dafs, wenn in einem geschlossenen, aus zwei Drähten oder Stäben von verschiedenen Metallen bestehenden Bogen, an dem eine der Löthstellen erhitzt worden ist, die Bewegung der

Wärme in den beiden Metallen rechts und links von deren Vereinigungspunkten nicht in gleicher Weise geschieht, elektrische Wirkungen erfolgen, die, da sie ungleich sind und entgegengesetzte Richtungen haben, einen elektrischen Strom erzeugen, dessen Intensität ihrem Unterschiede proportional seyn wird. Diefs ist, was ich bei den von Hrn. Seebeck entdeckten thermoelektrischen Erscheinungen zu beweisen gedenke.

II. Von den Ursachen der thermoelektrischen Ströme in Bögen aus verschiedenen Metallen.

Es sey $cac'b$ ein geschlossener Bogen, bestehend aus einem Eisen und einem Kupferdraht, die in c und c' zusammengelöthet worden. Erhält man den Punkt c nebst den benachbarten rechts und links von ihm in einer constanten aber höheren Temperatur als den Punkt c', indem man das Stück oco', von einer gekrümmten Glasröhre umgeben, in ein Quecksilberbad taucht, so hat man einen Strom, welcher die Richtung cab und, so lange sich der Temperaturunterschied nicht ändert, eine constante Intensität besitzt.



Ein Temperaturunterschied in den an den Vereinigungspunkten liegenden Theilen beider Metalle ist nicht die Ursache des Auftretens der thermoelektrischen Erscheinungen; denn der Strom behält dieselbe Richtung, man mag die Wärmequelle nach o oder nach o' bringen, obgleich im ersten Falle das Eisen cac', und im letzteren das Kupfer cbc' die höhere Temperatur besitzt. Wahrscheinlich ist die Wärmestrahlung in den Berührungspunkten, vom Kupfer zum Eisen und vom Eisen zum Kupfer, eine der wirksamsten Ursachen zur Erzeugung des Stroms.

Ueberdiefs ist leicht zu beweisen, dafs der Strom von der Bewegung der Wärme aus einem Metall in das andere, und nicht von chemischen Wirkungen, von einer

Oxy-

Oxydation der Metalle abhängt. Man nehme eine Glasglocke, in deren Wand zwei Oeffnungen einander gegenüber gemacht worden sind, und kitte in jede Oeffnung einen an beiden Enden hakenförmig umgebogenen Platindraht ein. Die inneren Haken verbinde man durch einen aus zwei Metallen, z. B. Gold und Platin, oder Platin und Eisen, zusammengesetzten Draht, und die äufseren setze man mit den Enden des Multiplicatordrahts in Berührung; dann pumpe man die Glocke aus und fülle sie mit recht trocknem Wasserstoffgas. Erhitzt man nun mittelst einer Linse den Punkt, wo Gold und Platin oder Platin und Eisen vereinigt sind, so entwickelt sich ein elektrischer Strom, der sowohl der Richtung als der Intensität nach durchaus demjenigen ähnlich ist, welchen man in freier Luft erhält. Die Veränderungen, welche der Sauerstoff bei den Metallen hervorbringt, haben demnach keinen Einflufs auf die Erregung der elektrischen Ströme, vielmehr ist diese alleinig die Folge des Unterschiedes in den Bewegungen der Wärme beim Uebergange aus einem Metalle in ein anderes. Um den letzten Punkt zu beweisen, mufs man die Intensität eines jeden Stromes mit Genauigkeit messen, und sehen, ob sie einem gewissen Gesetze unterworfen sey. Ich habe eine Tafel ausgearbeitet, welche die Verhältnisse zwischen den Abweichungen der Magnetnadel eines Galvanometers und den zugehörigen Intensitäten des Stromes mit Genauigkeit angiebt. Der dabei befolgte Gang ist derselbe, welchen ich in einer meiner früheren Abhandlungen *) angegeben habe. Diese Tafel ist folgende:

*) *Annal. de chim. et de phys, T. XXXI. p.* 371. (Dies. Ann. Bd. 95. S. 345.)

C.

Metalle, ie den Bogen ammensetzten.	Temperaturen einer der Löthstellen.	Ablenkung der Magnetnadel.	Intensität des Stroms.	Berechnete Intensität.
n und Silber	40°	52	76	76
	30	45	56,76	57
	20	40	38	38
	10	27	18,80	19
n und Kupfer	40			80
	30	48	59,92	60
	20	41	40,70	40
	10	28	20	20
fer und Platin	40	41	40,40	40
	30	36	30,28	30
	20	28	20	20
	10	18	10	10
er und Zinn	40			
	30	48	59,92	60
	20	41	40,70	40
	10	28	20	20
fer und Silber	40	34	27,20	26,84
	30	28	20	20,13
	20	22	13,30	13,42
	10	13	6,60	6,71

Man sieht, dafs, wenn in den verschiedenen Ketten der Löthstellen von 0° bis 40° C. erwärmt wird, rend die andere auf 0° bleibt, die Intensität des elekhen Stroms wie die Temperatur steigt, d. h. dafs für doppelte Temperatur die Intensität sich ebenfalls ver-)elt.

In einer früheren Abhandlung habe ich gezeigt, dafs ere Metalle, vor allem die mit sehr hohem Schmelzt, dieselbe Eigenschaft besitzen; allein ich hatte nicht igt, dafs sie für Temperaturen unter 50° C. allen llen zukommt. Die Apparate besafsen damals noch den Grad von Empfindlichkeit, welchen man ihnen

seitdem gegeben hat, und welcher gegenwärtig erlaubt Beziehungen wahrzunehmen, welche man früher nicht auffinden konnte. Was diejenigen betrifft, welche, bei derselben Temperatur, zwischen den Intensitäten der von verschiedenen Metallen durch ihren Contact erzeugten Ströme vorhanden sind, so waren meine ersten Versuche in dieser Hinsicht ohne Erfolg. Ich begnügte mich Ketten zu bilden und die Intensität des Stromes, der durch Erhitzung dieser oder jener Löthstelle erregt wurde, mit Genauigkeit zu bestimmen. Allemal indeſs, wenn ich die Kette veränderte, waren die Resultate nicht mehr vergleichbar. Ich entdeckte jedoch bald die Ursache davon; die Ketten besaſsen nicht alle gleiches Leitungsvermögen, weil die Drähte hinsichtlich ihrer Dicke, Länge und Natur verschieden waren. Ich glaubte diesem Uebel dadurch zu begegnen, daſs ich den Drähten zweckmäſsige Dimensionen gab, allein ich erreichte meinen Zweck ebenfalls nicht. Endlich untersuchte ich, ob der Verlust, welchen der Strom beim Uebergange aus einem Metalle in ein anderes erleidet, und welcher nach der Natur dieser Metalle verschieden ist, wohl ein Hinderniſs zum Hervortreten des von mir gesuchten Gesetzes sey. Diese Vermuthung bewährte sich als richtig. Damit dieser Verlust bei allen Versuchen beständig derselbe sey*), setzte ich eine Kette aus allen den Metallen zusammen, deren thermoelektrisches Vermögen ich bestimmen wollte. Da nichts an dem Bogen verändert wurde, so blieb die Leitungsfähigkeit immer dieselbe und die Resultate wurden vergleichbar. Alle Löthstellen befanden sich in der Null-Temperatur, mit Ausnahme einer einzigen, die auf die schon angegebene Art erwärmt wurde.

*) Dieſs könnte er in aller Strenge wohl nur dann seyn, wenn er von der Temperatur unabhängig wäre. *P.*

wärmung der Löthung zwischen Eisen und Kupfer auf 20°; für Eisen und Platin ist eben so: *P*.Eisen —*P*.Platin =36,07. Zieht man die erste von der zweiten ab, so hat man *P*.Kupfer —*P*.Platin =8,11; was wenig von der Erfahrung abweicht, die 8,55 giebt. Für die Löthung zwischen Eisen und Zinn hat man *P*.Kupfer —*P*.Zinn =3,50, woraus *P*.Eisen —*P*.Kupfer =27,96, wie es die Erfahrung giebt. Es ist also wohl erwiesen, dafs die Intensität eines thermoelektrischen Stromes gleich ist dem Unterschiede zwischen den thermoelektrischen Actionen, die in den einzelnen Metallen durch dieselbe Temperatur hervorgebracht wird. Allein welcher Art ist diese Action? Obgleich es schwer ist darauf zu antworten, so sieht man doch entfernt die Ursache derselben. In der That hat man, wenn man die thermoelektrische Kraft oder Thätigkeit des Eisens bei 20° C. mit x bezeichnet:

P. Eisen	x
P. Silber	$x-26{,}20$
P. Gold	$x-26{,}70$
P. Zink	$x-26{,}96$
P. Kupfer	$x-27{,}96$
P. Zinn	$x-31{,}24$
P. Platin	$x-36.$

In dieser Reihe ist jedes Metall positiv gegen das nachfolgende und negativ gegen das vorhergehende.

Wäre x bekannt, so würde sich die thermoelektrische Kraft eines jeden Metalls daraus ableiten lassen; man kann indefs, da das Eisen positiv gegen alle die genannten Metalle ist, schliefsen, dafs der Werth von x gröfser sey als 36. Ueberdiefs sieht man, dafs Silber, Gold, Zink und selbst Kupfer beinahe gleiche Kräfte haben, weil diese von dem des Eisens um 26,20; 26,70; 26,96 und 27,96 abweichen. Wenn man nun unter den Eigenschaften, welche diese vier Metalle in Bezug auf die Wärme besitzen, diejenigen aufsucht, die einander etwa gleich

seyen, so findet man nur das Strahlungsvermögen, welches diese Bedingung auch erfüllte. Man mufs daher annehmen, dafs bei Berührung zweier verschiedenen Metalle die Strahlung von jeder Fläche derjenigen gleich sey, die in Luft stattfindet, und, dafs der Unterschied im Strahlungsvermögen die Richtung und Intensität des Stromes bedinge. Aber dann ist nichts leichter als die Bestimmung von x; denn nach der Tafel von Leslie hat man:

$$x : x - 26{,}70 :: 15 : 12.$$

15 und 12 sind die Werthe vom Strahlungsvermögen des Eisens und des Goldes: daraus lassen sich dann leicht die relativen Werthe aller übrigen Metalle finden:

P. Eisen	133,50
P. Silber	107,30
P. Gold	106,80
P. Zink	106,54
P. Kupfer	105,54
P. Zinn	102,26
P. Platin	97,50

Diese Werthe beziehen sich auf ein elektrisches Leitungsvermögen von gegebener Gröfse; denn überladet man die Kette, so bleiben die obigen Zahlen nicht mehr dieselben; allein nichts ist leichter als diesem Uebel abzuhelfen. P. Eisen $-$ P. Kupfer ist proportional der Temperatur und dem Leitungsvermögen der Kette. Bezeichnet man also diese Differenz mit δ für eine Kette, deren Elektricitätsleitung, bei der Temperatur $=1$, gleich 1 ist, so hat man für ein Leitungsvermögen m und für eine Temperatur t

$$P.\text{Eisen} - P.\text{Kupfer} = m t \delta,$$

eben so:

$$P.\text{Eisen} - P.\text{Platin} = m t \delta'$$

und so fort.

Es folgt daraus, dafs das Verhältnifs $\frac{m t \delta}{m t \delta'} = \frac{\delta}{\delta'}$ unabhängig ist vom Leitungsvermögen der Kette und von

Diese Verhältnisse sind beinahe einander gleich, wie es die Theorie verlangt; denn die geringen Unterschiede zwischen ihnen liegen innerhalb der Grenze der Fehler, die man bei der Messung so zarter Erscheinungen, wie die hier behandelten, begehen kann.

Das Mittel aus diesen drei Zahlen 1,32 ist das Verhältnifs zwischen den Unterschieden Eisen-Platin uud Eisen-Kupfer für irgend ein Leitungsvermögen, und auch für irgend eine Temperatur, wenn sie nur geringer als 50° C. ist. Macht man: P. Eisen-P. Platin $=1737$; P. Eisen-P. Kupfer $=1$, und nimmt ferner noch das Verhältnifs $\frac{P\text{. Eisen}}{P\text{. Kupfer}}=\frac{15}{12}$ an, so hat man:

Metalle	Thermoelektrische Kraft.
P. Eisen	5,000
P. Silber	4,07
P. Gold	4,052
P. Zink	4,035
P. Kupfer	4,000
P. Zinn	3,89
P. Platin	3,68

Diese Werthe gelten für jede beliebige Kette und für alle Fälle, wo die Unterschiede zwischen den thermoelektrischen Kräften der Metalle wie die Temperaturen wachsen; diefs findet bei denen statt, die unter 50° C. liegen, und bei der Annahme, dafs diese Kräfte dem Strahlungsvermögen der Metalle proportional seyen. Durch Anstellung neuer Versuche würde man erfahren, bis zu welchem Grade diese auf eine einzige, wie es scheint, fundamentale Thatsache gegründete Hypothese richtig ist.

Im Falle sie es nicht wäre, würde man immer für die thermoelektrischen Kräfte haben:

P. Eisen $=x$
P. Silber $=x-0{,}93$

Man könnte einwenden, dafs die Intensitäten des Stroms hier deshalb gleich geblieben seyen, weil das Leitungsvermögen durch die sehr dünnen Eisen- und Platindrähte geschwächt worden, dadurch also nur ein Strom von einer gewissen Intensität hindurch gegangen, und darüber hinaus kein Anwuchs habe wahrnehmbar seyn können. Wenn dem aber so wäre, so müfste es unterhalb 50° C. eine Temperatur geben, oberhalb welcher der Strom nicht mehr zunähme; da diefs aber nicht der Fall ist, indem die Intensität wie die Temperatur steigt, so mufs man annehmen, dafs, bei derselben Elektricitätsleitung und bei derselben Temperatur unterhalb 50°, die Intensität des Stromes unabhängig ist von der Länge und dem Durchmesser der Drähte.

Mit den obigen Resultaten kann man die wohlbekannte Thatsache bestätigen, dafs, wenn alle Theile einer aus Drähten von verschiedenen Metallen zusammengesetzten Kette gleiche Temperatur haben, der Strom Null ist, d. h. dann keine Elektricität entwickelt wird. Dazu ist erforderlich, dafs die Summe der Zahlen, welche die Intensitäten des Stromes bezeichnen, Null sey, wenn jede mit ihren Zeichen genommen wird.

Ich nehme die Kette Eisen-Platin-Silber-Kupfer, und gebe das Zeichen + der Zahl, welche die Intensität des rechts fortgehenden Stromes bezeichnet, so wie das Zeichen — derjenigen, die dem Strom von entgegengesetzter Richtung zukommt. Bezeichnet man die Vereinigungspunkte der Metalle mit a, b, c, d und die Intensitäten des Stroms in denselben Punkten mit A, B, C, D, so hat man:

$$B = +0{,}39 \qquad A = -1{,}32$$
$$D = +1{,}00 \qquad C = -0{,}07$$

Da nun die Summe $A + B + C + D = 0$, so mufs der Strom Null seyn; in jeder andern Kette findet dasselbe statt. Diese Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Erfahrung beweist die Richtigkeit derselben.

Wirkungen von gemeinsamer Analogie, welche eine neue Beziehung zwischen der Wärme und dem elektrischen Fluidum aufstellen.

Die elektrischen Erscheinungen, welche bei der Erwärmung und Erkaltung der Körper stattfinden, geben zu mehreren Vermuthungen Anlafs, welche ich nicht ganz mit Stillschweigen übergehen darf. Könnte nicht ein Theil der atmosphärischen Elektricität einen ähnlichen Ursprung haben?

Man denke sich für einen Augenblick einen Theil der Atmosphäre durchaus in Ruhe und überall von gleicher Temperatur; das Gleichgewicht seiner Elektricität wird dann nicht gestört seyn. Wenn aber durch irgend einen Umstand, ein kälterer Luftstrom in diesen Theil eindringt, so wird derselbe abgekühlt und negative Elektricität annehmen, während jener positive Elektricität bekommt. Da, vermöge der Geschwindigkeit des Stroms, der Contact der Theilchen nur von kurzer Dauer ist, so wird ein jedes von ihnen etwas von der Elektricität behalten, die sich während der Temperaturveränderung entwickelt. Wenn Wasserdämpfe in den erkaltenden Portionen enthalten sind, so verdichten sich diese, bemächtigen sich der Elektricität und bilden eine mit negativer Elektricität beladene Wolke. Im Fall, dafs die kalte Luft ebenfalls Dämpfe enthält, entsteht eine Wolke mit positiver Elektricität.

Man hat bemerkt, dafs in einiger Entfernung von Gebäuden und Bäumen die Luft bei kaltem und heiterem Wetter gewöhnlich positive Elektricität besitzt; diefs ist begreiflich, denn die kalte Luft, welche mit der Erde in Berührung ist, steigt, nachdem sie sich auf deren Kosten erwärmt hat, vermöge des geringeren specifischen Gewichtes in die Höhe und nimmt die positive Elektricität mit hinweg, die sie während ihrer Erwärmung angenommen hat.

Ich werde mich nicht weiter über die Folgerungen

ein wenig, darauf bräunt es sich, und geht zuletzt in Aetzkalk über, aber schwieriger als reiner kohlensaurer Kalk.

Gepülvert mit Borax zusammengeschmolzen, löst es sich in diesem auf. Man bekommt eine milchige, halbdurchsichtige, etwas perlenmutterartige Kugel, welche bei längerem Liegen an der Luft undurchsichtig und matt wird.

Zur Analyse desselben erhitzte ich es bis zum Rothglühen; diefs gab mir einen Verlust von 0,46, aus Kohlensäure und Wasser bestehend. Darauf löste ich es in verdünnter Salpetersäure, filtrirte das nicht gelöste Ganggestein ab, behandelte die Lösung zur Abscheidung des Eisens mit Ammoniak, und darauf mit kohlensaurem Ammoniak, um den Kalk niederzuschlagen. Von der Abwesenheit von Strontian und Baryt, die ich hier vermuthete, überzeugte ich mich dadurch, dafs ich das kohlensaure Salz in ein salpetersaures verwandelte, dasselbe zur Trockne verdampfte, und mit Alkohol von 42° B. behandelte.

Durch Eindampfen der abfiltrirten Flüssigkeit und Rothglühen des Rückstandes in einem Platintiegel erhielt ich eine Masse, die, obgleich das Laboratorium damals feucht war, efflorescirte, auf Platin vor dem Löthrohr nicht schwarz wurde, und, in salpetersaures Salz verwandelt, ein wenig zerfliefslich war. Dieser Rückstand bestand also aus kohlensaurem Natron. Das Resultat der Analyse war:

Talkiges Ganggestein			0,050
Eisenoxyd			0,010
Kalk			0,395
Natron			0,082
Glühverlust 0,460	Zufolge d. Menge beider Basen, bestehend aus	Kohlensäure	0,363
		Wasser	0,097

Oder:

Ganggestein	0,050
Eisenoxyd	0,010
Kohlensaurer Kalk	0,700

Register

über die Jahrgänge 1828 und 1829, oder die Bände XII. bis XVII. dieser Annalen.

A. Namenregister.

P.

B. Sachregister.

A.

Berichtigungen.

Band XIV.

Seite 368. Z. 16. v. unt. st. Schwefelwasserstoff, l. Schwefel.
- 533. - 9. v. unt. statt Eisenoxydulsalze liefs: Eisenoxydsalze.

Band XV.

Seite 214. Z. 22. st. ein feuchtes Kraut, l. feuchtes Schiefspulver.
- 361. - 25. st. Melide, l. Melinde.
- 544. - 4. st. oxydirtsalzsaures Kali, l. oxydirtchlorsaures Kali.
- 551. - 8. st. Schwefelsäure, l. Schwefelblausäure.
- 556. - 17. st. Schwefelbaryum, l. Schwefelkalium.
- 556. - 21. st. bei dem Fällen, l. bei dem Sieden.
- 559. - 9. v. unt. st. trocknen Cyan, l. trocknem Cyanquecksilber.
- 561. - 9. v. ob. st. obige Körper, l. ölige Körper.
- 565. - 19. st. cyanigsaur. Silberoxyd, l. cyanigsaur. Kali.
- 568. - 14. v. unt. st. nichts mehr zu Gebote, l. nichts zu Gebote.

Band XVI.

Seite 91. Z. 14. u. 15. v. unt. st. [3:3:1], l. [3:1:1].
- 402. - 21. st. Thorerde, l. Thorium.
- 418. - 8. st. aber, l. oder.
- 433. - 5. u. 6. ist auszulöschen: und in ihrem Zusammenhang.
- 471. - 3. in Columne 11 st. 9,903, l. 0,903.
- 479. - 3. v. unt. st. auf Kohle, l. im Kolben.
- 511. - 19. st. Pyrosphat, l. Pyrophosphat.
- 609. - 19. st. entdeckten, l. analysirten.
- 621. - 9. st. Wassersäule, l. Oelsäule.

Band XVII.

Seite 26. Z. 18. u. 19. in „als nehme die Neigung der optischen Axen vom Violetten bis zum Rothen ab", l. zu st. ab.
- 531. - 2. Columne 7. Z. 2. st. 1,9409, l. 0,9409.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

G.

H.

L.